

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

11
2022



БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



Образование

Чувашский ГАУ: тандем науки
и практики

15

Агрономия

Применение органических
удобрений на светло-серой
почве юга Волго-Вятского
региона

70

Экономика

Статистический анализ
отдельных показателей
внешней торговли РФ с/х
продукцией

154

11 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 364, номер 11, 2022

Volume 364, number 11, 2022

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

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

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, Садовая-Спасская, д. 20

Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 7

Телефон редакции: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1453)

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

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

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство ПИ № ФС 77-67804 от 28 ноября 2016 года.

На журнал можно подписаться в любом отделении «Почты России».

Подписка — с любого очередного месяца по каталогу Агентства «Роспечать» во всех отделениях связи России и СНГ.

Подписной индекс издания: 71756 (годовой); 70126 (полугодовой).

По каталогу ОК «Почта России» подписной индекс издания: 42307.

Подписной индекс «УралПресс»:

Подписку на электронные копии журнала «Аграрная наука», а также на отдельные статьи вы можете оформить на сайте Научной электронной библиотеки (НЭБ) — www.elibrary.ru

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.
Подписано в печать 22.12.2022
Дата выхода в свет 29.12.2022

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

16+

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Панин А.Н., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия.

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

Позыбин С.В., доктор ветеринарных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, 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.

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.

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

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

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

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

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

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

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

АГРОНОМИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

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

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

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

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

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

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

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

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

11 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 364, номер 11, 2022
Volume 364, number 11, 2022

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

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869–8155

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

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

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

Founder: Limited liability company
“VIC Animal Health”

Senior editor: Kostromicheva I.V.

Executive editor: Dolgaya M.N.

Design and layout: Poliakova N.O.

Journalist: Sedova Yu.G.

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

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

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

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

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

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media Certificate PI No. FS 7767804 dated November 28, 2016. You can subscribe to the journal at any post office.

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

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

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 22.12.2022
Release date 29.12.2022

АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

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

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

Publisher:

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

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

Abilov A.I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, FSBI Federal Research Center VIZH named after L.K. Ernst, Russia.

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

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

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

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

Vasilevich F.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russia.

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

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

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

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

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

Karynbaev A.K., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, M. H. Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.

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

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

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

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

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

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

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

Morozova L.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo Kurgan region, Russia.

Nekrasov R.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, LK Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Podolsk, Russia.

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

Panin A.N., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia.

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

Poznyabin S.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Scriabin, Moscow, Russia.

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

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

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

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

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

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

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

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

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

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

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

Usha B.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia.

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

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

AGRONOMY

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

Godswill Ntsombah Ntsefong, Doctor PhD, University of Yaounde I, Yaounde, Cameroon.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Suychinov A.K., PhD, corresponding member. AAS of the Republic of Kazakhstan, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Semey, Kazakhstan.

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

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

Khan Muhammad Usman, Ph.D., Faisalabad Agricultural University, Faisalabad, Pakistan.

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

Chernopolskaya N.L., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia.

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

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

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

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

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

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

Kireeva A.A., Candidate of Economic Sciences, Institute of Economics of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan.

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

8

НОВОСТИ ОТРАСЛИ

Отечественный аграрный сектор показывает стабильный рост производства во многом благодаря беспрецедентным мерам господдержки	9
В РФ наблюдается устойчивая положительная динамика эффективности использования сельхозугодий	10
Картофельводство в России: актуальные проблемы и пути решения	11
Научные подходы и международные стандарты – основа формирования права ЕАЭС в племенном животноводстве	12
Вызовы и возможности адаптации предприятий АПК России в новой реальности рассмотрят на АГРОС-2023	14

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА

Тандем науки и практики	15
-------------------------------	----

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Воронова И.В., Игнатова Н.Л., Немцева Е.Ю., Тобоев Г.М. Применение пропиленгликоля для профилактики кетоза коров в новотельный период	18
Малкова Н.Н., Остаткова М.Е., Щербинина С.А., Иркина В.К. Предикторы заболеваний коров в новотельном периоде	24
Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Симурица Е.П., Никитин Д.А., Лузова А.В., Морозова Н.И., Мусаев Ф.А., Михайлова Р.В., Тихонов А.С. Профилактика субклинических форм кетоза и гипокальциемии молочных коров	29
Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Козак С.С., Боронин В.В., Иванова Р.Н. Реализация продуктивных и репродуктивных качеств кур кросса Hubbard F-15 на фоне применения иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C	36
Камалова З.Р., Гайнуллин Р.Р., Низамов Р.Н., Курбангалеев Я.М., Шакуров М.М. Определение антигенных свойств хиноидного радиотоксина с помощью реакции непрямого гемагглютинации (РНГА)	41
Никитин Д.А., Семенов В.Г., Гладких Л.П., Столбов Е.В., Коваленко А.В. Иммуностимуляторы серии PigStim в обеспечении репродуктивных и продуктивных качеств свиней	45
Лаврентьев А.Ю., Евдокимов Н.В., Шерне В.С., Михайлова Л.Р., Дарьин А.И., Жестянова Л.В. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные качества свиноматок	51
Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С., Евдокимов Н.В., Дарьин А.И., Жестянова Л.В. Рост и развитие поросят в зависимости от их живой массы при рождении	55
Немцева Е.Ю., Воронова И.В., Игнатова И.В. Особенности роста и развития молодняка герефордской породы	60

АГРОНОМИЯ

Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Елисеева Л.В., Ложкин А.Г., Чернов А.В., Павлов В.В. Влияние некоторых агротехнических условий выращивания конопли на урожайность семян и волокон	65
Васильев О.А., Андреева О.Е., Ильин А.Н., Васильев А.О., Ложкин А.Г., Яковлева М.И. Эффективность применения органических удобрений в звене севооборота на светло-серой лесной почве юга Волго-Вятского региона	70
Нафиков М.М., Хисматуллин М.М., Шашкаров Л.Г. Влияние сроков посева и фонов минеральных туков на продуктивность сорго в условиях лесостепи Среднего Поволжья	77

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Семенов Д.А., Зайцев П.В., Юнусов Г.С. Сравнительный анализ СВЧ-грануляторов, реализующих электрофизические методы при переработке вторичного сельскохозяйственного сырья	81
Шевелев А.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К., Тобоев Г.М. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки	88
Орлова О.И., Просвирыкова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Тихонов А.А., Белов А.А., Тобоев Г.М. Разработка и обоснование электродинамических параметров радиоволновой установки непрерывно-поточного действия для термообработки яиц	94
Поручиков Д.В., Просвирыкова М.В., Ларионов Г.А., Ершова И.Г. Технология совмещения процессов посола и термообработки субпродуктов в сверхвысокочастотной установке	103
Просвирыкова М.В., Горячева Н.Г., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К. Разработка хмелесушилки непрерывно-поточного действия с энергоподводом	110
Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Самарин Г.Н., Мардарьев С.Н. Новый методический подход к расчетам конструкции энергосберегающего устройства для нагрева воды, предназначенной для поения животных	117
Данилов Д.Ю., Казаков С.С., Криштанов Е.А., Фомченко Ф.Н., Пушкаренко Н.Н. Разработка мобильной зерносушилки и обоснование ее конструктивно-режимных параметров	122
Баранова И.А., Батанов С.Д., Старостина О.С., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Использование мобильных систем с разным программным обеспечением при определении параметров телосложения животных	128
Сорокин И.А., Романов П.Н., Кондратенкова Т.Е., Ружьев В.А., Стенина Н.А., Пушкаренко Н.Н. Исследование алгоритмов перестановочного декодирования в системах управления БПЛА	133
Батанов С.Д., Старостина О.С., Баранова И.А., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Мобильные измерительные системы как инструмент для достоверного определения параметров экстерьера животных, живой массы и установления их взаимосвязи с интенсивностью роста	141
Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Щипцова Н.В. Разработка технологии производства сыра «Качотта» для фермерских хозяйств	147

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Улыбина Л.В., Алексеева Н.В., Медведева Т.А. Статистический анализ отдельных показателей внешней торговли Российской Федерации сельскохозяйственной продукцией	154
Корнилова Л.М., Иванов П.А. Цифровая трансформация и готовность к ней агропромышленного комплекса Чувашской Республики	160
Афанасьева О.Г., Макушев А.Е., Толстова М.Л., Степанов А.В. Исследование цифровой активности региональных аграриев России	165
Афанасьева О.Г., Ельмов В.А., Филиппова С.П., Макушев А.Е., Толстова М.Л. Разработка экономической модели автоматизации расчетов бизнес-концепций малых сельхозпроизводителей	174
Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Улыбина Л.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Степанов А.В. Концепция доминирующих индикаторов в комплексной системе оценки финансового состояния предприятия	181
Семенов А.А., Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Семёнов А.А. Проблемные вопросы налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей	186
Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Толстова М.Л., Степанов А.В. Финансы предприятий агропромышленного комплекса: актуальные вопросы анализа и управления	194
Михайлова Р.В., Семенов В.Г., Тихонов А.С., Макушев А.Е., Фадеева К.В., Федорова О.Н., Пронин М.А., Ивлева М.И., Корнилова А.С. Агротуризм как форма культурно-цивилизационного и цивилизационного отношения человека к природе	200

ЦНСХБ

Новости из ЦНСХБ	207
------------------------	-----

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY NEWS

The domestic agricultural sector shows stable production growth largely due to unprecedented state support measures	9
In the Russian Federation, there is a steady positive dynamics of the efficiency of the use of farmland	10
Potato growing in Russia: current problems and solutions	11
Scientific approaches and international standards are the basis for the formation of the EAEU law in livestock breeding	12
Challenges and opportunities of adaptation of Russian agro-industrial enterprises in the new reality will be considered at AGROS-2023.....	14

EDUCATION AND SCIENCE

Tandem of science and practice	15
--------------------------------------	----

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. The use of propylene glycol for the prevention of ketosis of cows in the fresh period	18
Malkova N.N., Ostyakova M.E., Shcherbinina S.A., Irkhina V.K. Predictors of diseases in cows in the fresh period	24
Semenov V.G., Tyurin V.G., Simurzina E.P., Nikitin D.A., Luzova A.V., Morozova N.I., Musaev F.A., Michailova R.V., Tikhonov A.S., Semenov A.A. Prevention of subclinical forms of ketosis and hypocalcemia in dairy cows	29
Semenov V.G., Tyurin V.G., Kozak S.S., Boronin V.V., Ivanova R.N., Semenov A.A. Actualization of productive and reproductive qualities of Hubbard F-15 cross of chickens against the background of the use of immunostimulating preparations PS-7 and Prevention-N-C	36
Kamalova Z.R., Gainullin R.R., Nizamov R.N., Kurbangaleev Ya.M., Shakurov M.M. Determination of the antigenic properties of quindolr adiotoxin using the indirect hemagglutination test (IHA)	41
Nikitin D.A., Semenov V.G., Gladikh L.P., Stolbov E.V., Kovalenko A.V. Immunotropic preparations of the PigStim series in ensuring the reproductive and productive qualities of pigs	45
Lavrentiev A.Yu., Evdokimov N.V., Sherne V.S., Mikhaylova L.R., Daryin A.I., Zhestyanova L.V. The influence of some paratypical factors on the reproductive qualities of sows	51
Mikhaylova L.R., Lavrentiev A.Yu., Sherne V.S., Evdokimov N.V., Daryin A.I., Zhestyanova L.V., Semenov A.A. Growth and development of piglets depending on their live weight at birth	55
Nemtseva E.Yu., Voronova I.V., Ignatieva N.L. Features of growth and development of young cattle of Hereford breed of different origin	60

AGRONOMY

Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Eliseeva L.V., Lozhkin A.G., Chernov A.V., Pavlov V.V. Influence of some agrotechnical conditions of hemp cultivation on seed and fiber yield	65
Vasiliev O.A., Andreeva O.E., Ilyin A.N., Vasiliev A.O., Lozhkin A.G., Semenov A.A., Yakovleva M.I. The effectiveness of the use of organic fertilizers in the link of crop rotation on light gray forest soil of the south of the Volga-Vyatka region	70
Nafikov M.M., Khismatullin M.M., Shashkarov L.G. Influence of sowing dates and backgrounds of mineral fertilizers on the productivity of sorghum in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region	77

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Voronov E.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Semenov D.A., Zaitsev P.V., Yunusov G.S. Comparative analysis of microwave granulators implementing electrophysical methods for processing secondary agricultural raw materials	81
Shevelev A.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Novikova G.V., Kirillov N.K., Toboev G.M. Optimization of structural and technological modes of operation of the microwave wax melter	88
Orlova O.I., Prosviryakova M.V., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Tikhonov A.A., Belov A.A., Tobiev G.M. Development and substantiation of the electrodynamic parameters of a continuous operation radio wave installation for the heat treatment of eggs	94
Poruchikov D.V., Prosviryakova M.V., Larionov G.A., Ershova I.G., Semenov A.A. Technology for combining the processes of salting and heat treatment of offal in a microwave installation	103
Prosviryakova M.V., Goryacheva N.G., Storcheva V.F., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Kirillov N.K., Semenov A.A. Development of a continuous operation hop-kiln with power supply	110
Dulepova Y.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A., Samarin G.N., Mardaryev S.N. New methodological approach to calculations for design of energy-saving device for heating water intended for livestock watering	117
Danilov D.Y., Kazakov S.S., Krishtanov E.A., Fomchenko A.N., Pushkarenko N.N. Justification of the design and regime parameters of a mobile grain dryer	122
Baranova I.A., Batanov S.D., Starostina O.S., Lekomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Application of mobile systems with various software products to measuring animal exterior parameters	128
Sorokin I.A., Romanov P.N., Kondranenkova T.E., Ruzhev V.A., Stenina N.A., Pushkarenko N.N. Study of permutation decoding algorithms in UAV control systems	133
Batanov S.D., Starostina O.S., Baranova I.A., Lekomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Mobile measuring systems as a tool for reliable measuring of the parameters of the exterior of animals, live weight and establishing their correlation with the intensity of growth	141
Larionov G.A., Kayukova O.V., Schiptsova N.V. Development of technology for the production of cheese "Caciotta" for farms	147

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

Ulybina L.V., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A. Statistical analysis of individual indicators of foreign trade of the Russian Federation in agricultural products	154
Kornilova L.M., Ivanov P.A. Digital transformation and readiness for it of the agro-industrial complex of the Chuvash Republic	160
Afanaseva O.G., Makushev A.E., Tolstova M.L., Stepanov A.V. Research of Russian regional farmers' digital activity	165
Afanaseva O.G., Elmov V.A., Filippova S.P., Makushev A.E., Tolstova M.L. Developing an economic model for automated calculations for small agriculture business concept	174
Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Ulybina L.V., Ivanov E.A., Semenov A.A., Stepanov A.V. The concept of dominant indicators in a comprehensive system for assessing the financial condition of an enterprise	181
Semenov A.A., Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Semenov A.A. Problematic issues of taxation of agricultural producers	186
Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Ivanov E.A., Semenov A.A., Tolstova M.L., Stepanov A.V. Finance of agro-industrial enterprises: current issues of analysis and management	194
Mikhailova R.V., Semenov V.G., Tikhonov A.S., Makushev A.E., Fadeeva K.V., Fedorova O.N., Pronin M.A., Ileva M.I., Kornilova A.S. Agrotourism as a form of culturally civilized and civilizational human attitude to nature	200

NEWS FROM CSAL

News from CSAL	207
----------------------	-----

РОССИЙСКИЕ АГРАРИИ УСТАНОВИЛИ НОВЫЙ РЕКОРД ПО УРОЖАЮ ЗЕРНА

В ходе заседания кабмина РФ состоялось подведение итогов сбора урожая в регионах и обсуждение планов по завершению осенних полевых работ. Об этом проинформировал официальный Telegram-канал Правительства России.

По урожаю зерновых достигнут рекорд – намолочено 150 млн т, отмечается в сообщении. Помимо этого, с начала текущего года достигнут прирост по сбору картофеля, тепличных овощей, фруктов, сои и рапса, по сравнению с аналогичным прошлым периодом.

Как отметил премьер-министр РФ Михаил Мишустин, такие итоги являются надежной основой для наращивания объемов производства сельхозпродукции, повышения уровня продовольственной безопасности страны, новых урожаев в будущем году. Он подчеркнул, что для успешного завершения осенних полевых работ аграрии должны быть обеспечены семенами, удобрениями и горюче-смазочными материалами.

По поручению президента России весной текущего года были выделены дополнительные средства на предоставление льготных кредитов аграриям по ставке до 5%, напомнил глава правительства.

В 2022 году на реализацию госпрограммы развития сельского хозяйства направлено около 380 млрд рублей, сообщил Михаил Мишустин.



ТЕХНОЛОГИЮ ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ ГОЛУБИКИ УСОВЕРШЕНСТВОВАЛ КОЛЛЕКТИВ УЧЕНЫХ СТГАУ И ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ

В рамках реализации программы «Приоритет 2030» исследовательский коллектив ученых СТГАУ и Тимирязевской академии провел научные исследования по совершенствованию технологии получения оздоровленного посадочного материала голубики высокорослой *Vaccinium corymbosum* L.

В ходе исследований была изучена эффективность применения люминесцентных ламп в сравнении с естественным освещением на этапе укоренения саженцев растения в субстрат агроперлита, а также влияние различных доз удобрения. В результате научных изысканий были определены наиболее эффективные сочетания режимов досвечивания саженцев, доз и сочетаний удобрений.

(Источник: официальный Telegram-канал
Ставропольского государственного аграрного
университета)

ПРЕЗИДЕНТ ПРИЗВАЛ ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ НА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ

Российские власти должны расширить поддержку агропромышленного комплекса страны, а также обратить внимание на показатели импортозамещения по критически важным видам продукции, заявил президент России Владимир Путин, выступая по видеосвязи на церемонии запуска племенного центра по воспроизводству индейки в Тюменской области.

Глава государства отметил, что в целом российские проекты по развитию племенной базы животноводства и птицеводства впечатляют и дают хорошие ориентиры. По его словам, важно, что такие проекты реализуются на базе самых современных научных достижений, высоких агротехнических стандартов, в тесной связи с регионами и с ориентацией на запросы производителей. Нужно восстанавливать и наращивать селекционный, племенной потенциал, активнее использовать здесь механизмы федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства, отметил президент. Он напомнил, что весной была обозначена задача по ускорению объемов производства сельхозпродукции. В России надо стремиться обеспечить такой рост, отметил Владимир Путин. «Прошу федеральные органы власти, руководство субъектов Федерации и впредь оперативно реагировать на потребности отрасли, на предложения наших сельхозпроизводителей – по повышению эффективности селекционной работы в данном случае, активно поддерживать инвестиции в аграрный сектор, в том числе и в аграрную науку», – заключил президент.

(Источник: ria.ru)

ПРИНЯТО РЕШЕНИЕ О ВОССОЗДАНИИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ВЕТЕРИНАРНОЙ СЛУЖБЫ

В Калининградской области восстановят региональную ветслужбу, увеличив ее штат и финансирование, проинформировал официальный Telegram-канал Минсельхоза России. Это улучшит эпизоотическую обстановку на территории области, подверженной рискам по африканской чуме свиней и гриппу птиц со стороны соседних стран.

Данное решение было принято по итогам совещания, которое 11.11.2022 провел в регионе заместитель министра сельского хозяйства РФ Максим Увайдов. Кроме того, отмечается в сообщении, достигнута договоренность о совместном с региональным правительством развитии Калининградского филиала СПБГАУ, в котором обучаются около 800 студентов, в том числе будущих ветеринаров и зоотехников.

МИНПРОМТОРГ ПРЕДЛОЖИЛ ПРОДЛИТЬ КВОТЫ НА ВЫВОЗ УДОБРЕНИЙ ИЗ РФ ДО КОНЦА МАЯ 2023 ГОДА

Минпромторг России предложил продлить с 1 января до 31 мая 2023 года квоты на экспорт из РФ азотных и сложных удобрений, установив их в размере 7 млн т и 4,9 млн т соответственно. Об этом говорится в подготовленном министерством проекте постановления правительства РФ, размещенном на портале проектов нормативно-правовых актов, сообщает ТАСС.

Ранее Министерство промышленности и торговли РФ и Минсельхоз России согласовали план поставок минудобрений на год вперед – до июня следующего года. Квоты на вывоз удобрений необходимы для обеспечения потребностей российского рынка, в первую очередь аграриев, а также потребителей из промышленных отраслей, использующих удобрения в производстве.



**Подпишитесь
на наш Telegram канал!**

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ СЕКТОР ПОКАЗЫВАЕТ СТАБИЛЬНЫЙ РОСТ ПРОИЗВОДСТВА ВО МНОГОМ БЛАГОДАРЯ БЕСПРЕЦЕДЕНТНЫМ МЕРАМ ГОСПОДДЕРЖКИ

На парламентских слушаниях «Об эффективности и доступности мер государственной поддержки для сельскохозяйственных товаропроизводителей», прошедших в СФ ФС РФ 18 ноября 2022 года, состоялось обсуждение вопросов дальнейшего совершенствования мер господдержки российских аграриев. Провел мероприятие председатель Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Александр Двойных.

Правительством России предпринимаются сегодня беспрецедентные меры поддержки аграрного сектора, который, как и вся экономика страны, работает в сложных социально-экономических условиях, отметил председатель Комитета Совфеда Александр Двойных. В этом году общий объем поддержки отрасли, по данным министра сельского хозяйства РФ Дмитрия Патрушева, превысит 0,5 трлн рублей. «Благодаря этому сельское хозяйство показывает стабильный рост производства», — сказал законодатель. Актуальность вопроса господдержки аграрного сектора очевидна и подтверждается тем, что они закреплены в стратегических документах, — Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года, федеральных законах, во исполнение которых реализуются 4 госпрограммы, отметил сенатор. Что касается финансового обеспечения госпрограмм, то в соответствии с проектом бюджета в 2023 году расходы на реализацию мероприятий Госпрограммы развития АПК составят в следующем году 344,750 млрд руб. Предусмотрено увеличение бюджетных ассигнований на будущий год на 40,0 млрд руб. (на 13,1%). В частности, на госпрограмму «Комплексное развитие сельских территорий» в 2023 году дополнительно будет выделено 9 млрд руб.

В числе основных, наиболее острых отраслевых проблем законодатель отметил рост цен на материально-технические ресурсы, в первую очередь на ГСМ, низкую обеспеченность сельхозтехник и оборудованием, высокий уровень износа основных фондов в сельском хозяйстве, нехватку мелиорированных земель, эрозию, уплотнение и потерю плодородия почв, неэффективное использование земельных ресурсов, дефицит квалифицированных кадров. А также — неразвитость транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры населенных пунктов, расположенных в сельской местности. По его мнению, решение всех этих проблем напрямую зависит от объема и эффективности господдержки.

В 2023 году на реализацию трех основных государственных программ, направленных на развитие АПК, в настоящее время предусмотрено 432,2 млрд руб., сообщила замминистра сельского хозяйства РФ Елена Фастова. Ко второму чтению проекта бюджета планиру-



ется увеличить сумму до 475,7 млрд руб., что выше уровня текущего года, уточнила чиновник. По госпрограмме комплексного развития сельских территорий финансирование останется на уровне 2022 года, а объемы поддержки в области мелиорации существенно возрастут, добавила она. В госпрограмме развития АПК приоритет отдается федеральному проекту по стимулированию инвестиционной деятельности, на реализацию которого в 2023 году будет направлено 173,4 млрд руб., в том числе 158 млрд руб. предусмотрено на льготное кредитование. «Это наш самый востребованный механизм, и он дает свои результаты», — сказала замминистра. По ее данным, за 5 лет объем фактически предоставленных средств в рамках инвестиционного льготного кредитования вырос в 10 раз. При этом в основном производители инвестируют в покупку сельскохозяйственной техники и в строительство животноводческих комплексов. По линии федеральных проектов по развитию отраслей и технической модернизации агропромышленного комплекса, а также экспорта продукции АПК планируется направить 81,9 млрд руб. и 41,4 млрд руб. соответственно, отметила Елена Фастова. Необходимо сосредоточить меры государственной поддержки на местах на перспективных направлениях и предоставлять ее тем подотраслям и производителям, которые в ней наиболее нуждаются, подытожила заместитель министра.

Ю.Г. Седова

В РФ НАБЛЮДАЕТСЯ УСТОЙЧИВАЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ

Ведущие эксперты подвели итоги первой сельскохозяйственной микропереписи 2021 года на пресс-конференции, прошедшей 30 ноября на площадке ТАСС.



В рамках мероприятия было отмечено, что сельскохозяйственная микроперепись прошла с 1 по 30 августа прошлого года. В ней приняли участие в общей сложности около 17 млн сельхозтоваропроизводителей. Предыдущая сельхозперепись, задача которой — получить важные сведения о векторах изменения агросектора и предоставить их органам власти для принятия оперативных решений в части взаимодействия с отраслью, проводилась в 2016 году, а следующая должна состояться в 2026 году.

За последние пять лет, как показали итоги микропереписи, сельское хозяйство России в своем развитии претерпело серьезные структурные изменения, сообщил замруководителя Росстата Игорь Васильев. «Общее число сельскохозяйственных товаропроизводителей сокращается, — по сравнению с 2016 годом количество сельскохозяйственных организаций сократилось на 14 процентов, а крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей — на треть. При этом одной из основных тенденций — на фоне сокращения числа хозяйств — стало их существенное укрупнение», — сказал он.

По сравнению с 2016 годом, средний размер фермерского хозяйства увеличился почти в 1,5 раза. При этом доля крестьянских (фермерских) хозяйств выросла на 15% и составляет 81,2%, доля сельхозорганизаций в данном сегменте сократилась почти на 2%, а личных подсобных хозяйств — на 10%.

По данным микросельхозпереписи, выросло число сельхозорганизаций, имеющих склады и сооружения для хранения сельхозпродукции: по картофелю и овощам — на 1/4, по зерну — в 1,5 раза, по плодам — почти в 4 раза, отметил спикер.

Сельскохозяйственные организации фактически используют 91% сельхозземель, находящихся в их распоряжении (в 2016 году ~ 89%), а крестьянские (фермерские) хозяйства — почти 94% (в 2016 году ~ 92%). «Эти данные, на наш взгляд, свидетельствуют о росте заинтересованности сельхозпроизводителей в расширении производства, действенности работы государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения», — сказал замглавы Росстата. Сельхозорганизации и КФХ предпочитают выращивать

зерновые, кормовые, а также технические культуры, получившие наибольшее развитие за 5 лет (их доля выросла до 23%), отметил он. При этом фокус производства все больше сосредотачивается на свиноводстве и птицеводстве.

Игорь Васильев отметил, что 24 декабря 2022 года в «Российской газете» будут опубликованы окончательные итоги сельхозмикропереписи, проведенной Росстатом. Подведение итогов — не окончание работ, а переход к подготовке полномасштабной сельскохозяйственной переписи 2026 года, заключил спикер.

Первый заместитель министра сельского хозяйства РФ Оксана Лут отметила, что данные сельскохозяйственной микропереписи 2021 года имеют большое значение для Минсельхоза России. «Почему это важно для сельского хозяйства? У нас очень большая отрасль с точки зрения количества игроков. Это порядка 50 тысяч участников и 25 процентов населения, которые живут на сельских территориях, — огромный пласт, статистику с которого сложно собрать оперативно», — сказала она. Результаты микропереписи позволяют корректировать меры господдержки для сельхозпроизводителей, помогают выявить ряд тенденций в АПК, отметила спикер. В частности, данные переписи свидетельствуют о сохранении лидерства личных подсобных хозяйств в области овощеводства и картофелеводства. В этой связи в профильном федеральном проекте, который запускается в 2023 году, ключевой акцент будет сделан именно на эту категорию хозяйств, сообщила первый замминистра. Росстат работает для всех участников рынка, резюмировала спикер.

По словам директора ВИАПИ имени А.А. Никонова, д.э.н., академика РАН Александра Петрикова, Росстат является единственным федеральным ведомством, предоставляющим научному сообществу микроданные по объектам хозяйственной деятельности. Разумеется, все эти данные, — чтобы не разгласить коммерческую тайну, — обезличены, уточнил он. «Я хотел бы выразить в этой связи Росстату большую признательность», — отметил академик.

Ю.Г. Седова

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО В РОССИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

В ходе конференции «Семеноводство картофеля: состояние и перспективы» состоялось обсуждение вопросов развития сектора селекции и семеноводства, инвестиционной привлекательности и господдержки отрасли. Организатором мероприятия, прошедшего 6 октября в рамках XXIV Всероссийской агропромышленной выставки «Золотая осень – 2022», выступил департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России.

Начальник управления внутреннего фитосанитарного и земельного надзора, контроля качества и безопасности зерна Россельхознадзора Ольга Захарова, подводя первые итоги работы системы прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов (ФГИС «Сатурн»), сообщила, что до конца текущего года жестких санкций (штрафов) к пользователям за разовое невнесение операций в систему применяться не будет.

Заместитель руководителя департамента селекции и семеноводства Минсельхоза России Дарина Талеева рассказала о системе прослеживаемости семян сельскохозяйственных растений ФГИС «Семеноводство», запуск которой запланирован на 01.09.2023. Спикер сообщила, что в системе будет содержаться информация обо всех перемещениях партий сертифицированного семенного картофеля: от поля, закрепленного за оригинатором, до конечного потребителя. Основные цели разработчиков системы — борьба с серым рынком семян в стране и защита прав патентообладателей сортов, отметила Дарина Талеева.

Руководитель дирекции Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства Мирослава Скрынникова сообщила, что к настоящему моменту в рамках ФНТП создано 29 сортов картофеля, произведено более 8 тыс. т элитного семенного материала, разработано и зарегистрировано 3 биологических средства защиты картофеля. А также — создано и обеспечено развитие 6 селекционно-семеноводческих центров.

Директор ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» Сергей Жевора рассказал о новых перспективных сортах столового картофеля, выведенных селекционерами центра, в том числе — высокоурожайном «Гулливере» с товарной урожайностью 283 ц/га и раннеспелом «Спринтере» с максимальной урожайностью 450 ц/га. «Исходя из результатов испытаний, по многим параметрам наши сорта опережают заграничные», — отметил он.

По данным начальника отдела услуг в области семеноводства ФГБУ «Россельхозцентр» Олеси Андросовой, в текущем году доля сортов отечественной селекции в общем объеме сертифицированного семенного материала составила 9%, при этом доля сортов немецкой селекции — 42,6%, а голландской — 44,5%. Также на рынке присутствует незначительная доля сортов Республики Беларусь и других стран. Постоянными сортами — лидерами три года подряд становятся «Гала», «Ред Скарлетт», «Леди Клер», «Коломбо». Из российских сортов популярностью пользуется «Невский» (ООО «Всевожская опытная станция») и «Удача» от ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха, сообщила эксперт.

Количество поданных заявок на ввоз в нашу страну импортного семенного материала, к сожалению, свидетельствует о том, что «элита и суперэлита импортная



нам еще нужны», резюмировала начальник управления фитосанитарного надзора при экспортно-импортных операциях и международного сотрудничества Россельхознадзора Наталья Соловьева. Она сделала акцент на возможности закупки семян с альтернативных рынков, в том числе, из Китая и Турции.

Основная задача этого года — убрать полностью урожай, отметил директор департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Роман Некрасов. «Мы видим, с какими трудностями природного характера сталкиваются сегодня субъекты Центрального федерального округа и, может быть, частично Поволжья и ЮФО, но, тем не менее, уборка идет. Мы надеемся на погодные окна, чтобы урожай был убран в полном объеме. Для нас очень важно, чтобы ситуация с объемом производства картофеля была стабилизирована, чтобы она была управляемой в соответствии с запросами рынка», — сказал он. Также эксперт сообщил о разработанном федеральном проекте по развитию овощеводства и картофелеводства, который начнет действовать со следующего года. Он отметил, что на финансирование проекта, рассчитанного до 2030 года, предусмотрено 5 млрд руб. в год. Спикер акцентировал внимание на мерах государственной поддержки картофелеводства в 2023 году, отметив, в частности, увеличение погектарных выплат (на 1 га возделываемой площади в организованном секторе) для компенсации операционных затрат хозяйств, занимающихся этим направлением деятельности. А также — увеличение субсидирования затрат на строительство картофеле- и овощехранилищ. «Только единство науки и бизнеса позволит решить задачу продовольственной безопасности нашей страны по такому уникальному и социально значимому продукту как картофель», — подытожил эксперт.

Ю.Г. Седова

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ – ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВА ЕАЭС В ПЛЕМЕННОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Аверьянова Е.Г., Арнаутов О.В., Мельников А.Ф.

Департамент агропромышленной политики Евразийской экономической комиссии

Евразийской экономической комиссией (далее — ЕЭК, Комиссия) совместно с государствами-членами Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС) продолжается работа по совершенствованию права ЕАЭС в сфере племенного животноводства на основе научных подходов и опыта государств-членов с учетом общепризнанных рекомендаций и методик Международного комитета по учету животных (ICAR).

Решением Коллегии ЕЭК от 24 ноября 2020 года № 149 утверждены методики оценки племенной ценности крупного рогатого скота молочного и мясного направления продуктивности и свиней в государствах-членах ЕАЭС.

Методики разработаны ЕЭК совместно с экспертами уполномоченных органов государств-членов ЕАЭС с учетом национального законодательства государств-членов и лучших мировых практик на основе научно-исследовательской работы, выполненной Всероссийским научно-исследовательским институтом племенного дела Российской Федерации, Научно-практическим центром НАН Беларуси по животноводству, Научно-инновационным центром животноводства и ветеринарии Республики Казахстан и устанавливают единый в ЕАЭС порядок оценки, определения продуктивности и расчета племенной ценности крупного рогатого скота молочного и мясного направления продуктивности, свиней.

Методики предназначены для использования на территории государств-членов во всех племенных организациях, хозяйствах, осуществляющих выращивание и (или) реализацию племенного скота, а также сервисных организациях, информационно-аналитических, селекционных, селекционно-генетических центрах, племенных ассоциациях, палатах по породам.

Результаты оценки племенной ценности животных, определенные в соответствии с данными методиками будут вноситься в реестр учета племенных животных

(базы данных) государств-членов ЕАЭС, племенные свидетельства (паспорта, сертификаты) животных, что позволит унифицировать селекционно-племенную работу, осуществлять информационный обмен, упростить процедуры при перемещении животных между государствами-членами ЕАЭС.

6 мая 2023 года заканчивается двухгодичный переходный период, после которого определение продуктивности и расчет племенной ценности крупного рогатого скота молочного и мясного направления продуктивности, свиней будет осуществляться исключительно на основе права ЕАЭС.

В настоящее время в государствах-членах идет работа по имплементации методик в национальное законодательство.

По итогам их практического применения в странах Союза и проведенной апробации в условиях Российской Федерации с учетом видового и породного разнообразия животных, а также природно-климатических условий их разведения, назрела необходимость включения в методику оценки племенной ценности молочного скота дополнительных селекционируемых признаков по экстерьеру, воспроизводству, здоровью, а также детализации процесса оценки племенной ценности.

Данный вопрос был предварительно рассмотрен в ЕЭК на заседании рабочей группы «Племенное животноводство» в ноябре 2022 года, на котором достигнуты договоренности о целесообразности подготовки на основе нормативно-правовых актов Республики Беларусь и Российской Федерации с учетом стандартов ICAR соответствующих изменений.

Кроме того, на заседании рабочей группы решено разработать на основе стандартов ICAR и национальных документов государств-членов ЕАЭС проекты рекомендаций Коллегии ЕЭК о контроле-ассистентской и эксперт-бонитерской службах в государствах-членах ЕАЭС, о порядке организации и проведения лабо-

раторного анализа качественных показателей молока в государствах-членах ЕАЭС, о требованиях к информационным системам сбора и регистрации данных о племенных животных и их популяциях.

Департаментом агропромышленной политики Комиссии совместно с экспертами уполномоченных органов Сторон ведется работа по реализации принятых решений.

Использование государствами-членами ЕАЭС наилучших международных практик в сфере племенного животноводства не только позволит повысить уровень организации и ведения племенного дела, но и обеспечит возможность вклю-





чения племенных животных государств-членов ЕАЭС в систему международной оценки.

В целях совершенствования права ЕАЭС по оценке апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных на отличимость, однородность, стабильность и устойчивость к заболеваниям по инициативе и при финансировании ЕЭК Всероссийским научно-исследовательским институтом племенного дела во взаимодействии с Научным центром оценки и анализа рисков безопасности пищевых продуктов и Национальным аграрным университетом Республики Армения, Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси, Кыргызским Национальным аграрным университетом им. К.И. Скрябина выполнена научно-исследовательская работа на тему «Разработка методики оценки апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных на отличимость, однородность, стабильность (далее — Методика на ООС) и устойчивость к заболеваниям».

В рамках указанной НИР на основе анализа правовых и организационных основ апробации новых селекционных достижений сельскохозяйственных животных в государствах-членах ЕАЭС, странах Европейского союза (преимущественно Германии, Франции, Нидерландов, Дании, Финляндии, Швеции, Австрии, Польши, Венгрии), США, Канады, Австралии, Великобритании, Норвегии подготовлена методика оценки ООС и устойчивости к заболеваниям для 35 видов сельскохозяйственных животных и пушных зверей, в том числе: крупного рогатого скота, свиней, овец, коз, лошадей, верблюдов, оленей, птицы, кроликов, рыбы, пчел.

Методология содержит: описание показателей (включая иллюстрации), методы их измерения (определения, исследований) и алгоритмы расчета показателей ООС и устойчивости к заболеваниям; перечень общих и специфических показателей для каждого вида животных с учетом направления продуктивности и их параметры; правила проведения испытаний; таблицы

признаков с порядком их учета, степени выраженности в индексах; анкеты пород по категориям селекционных достижений и дополнительную информацию по особым условиям испытаний; требования к уровню кормления, технологии содержания и др.

Для каждого селекционного достижения по половозрастным группам основного поголовья и ремонтного молодняка определены обязательные признаки для определенного количества животных и форматы описания данных признаков.

Данный методологический подход и руководство по применению успешно апробированы в производственных условиях Российской Федерации на поголовье новой выводимой породы крупного рогатого скота «Российская голштинская» и поголовье овец нового селекционного достижения породы «Сарпинская».

На основе результатов НИР ЕЭК ведется подготовка проекта изменений в решение Коллегии ЕЭК от 22 сентября 2020 года № 113, в ходе которого Методикой на ООС и устойчивость к заболеваниям будет дополнен действующий Порядок проведения апробации новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных в государствах-членах ЕАЭС.

Принятие соответствующего акта Коллегией Комиссии позволит унифицировать в рамках ЕАЭС работу по проведению апробации создаваемых селекционных достижений в животноводстве и обеспечит взаимопризнание ее результатов.

Таким образом, использование научного подхода, лучших практик государств-членов ЕАЭС с учетом международных стандартов позволит внедрять в ЕАЭС современные методы оценки и прогнозирования племенной ценности сельскохозяйственных животных, существенно повысить их достоверность, что в свою очередь будет способствовать росту генетического потенциала государств-членов ЕАЭС, наращиванию объемов производства и торговли конкурентоспособной племенной продукцией, снижению зависимости от импорта племенных ресурсов.

ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК РОССИИ В НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ РАССМОТРЯТ НА АГРОС-2023



С 25 по 27 января 2023 года в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве при участии Министерства сельского хозяйства РФ и ведущих отраслевых организаций состоится одно из ключевых мероприятий АПК России – 4-я Международная выставка племенного дела, кормов, ветеринарии и технологий для животноводства, свиноводства, птицеводства и кормопроизводства АГРОС-2023.

Выставка познакомит представителей агрохолдингов, животноводческих, свиноводческих, птицеводческих предприятий и фермерских хозяйств с полным спектром самых современных решений от более чем 300 производителей и поставщиков, предоставит уникальную возможность в самом начале года решить ключевые вопросы на многие месяцы вперед.

Деловую программу АГРОС составляют порядка 50 мероприятий, она многогранна и актуальна. Как аграрный бизнес адаптируется сегодня к новым условиям? Как перестраивает производственные процессы и

какие находит пути сохранить высокий уровень производства? Как обстоят дела со снабжением средствами производства, внедрением инновационных технологий? Как продуктивно и рационально подходить к кадровому вопросу, к системе организации труда на сельхозпредприятии? Что ждет российский АПК и какие стратегии и инициативы необходимо реализовывать для развития отрасли и бизнеса уже сегодня? Эти и многие другие вопросы будут рассматриваться в рамках мероприятий деловой программы с 25 по 27 января 2023 г.

Регистрация открыта на www.agros-expo.com



На правах рекламы

ТАНДЕМ НАУКИ И ПРАКТИКИ



Единственный в Чувашии аграрный вуз прошел исторически значимый и плодотворный путь развития длиной более 90 лет. Институт вырос в академию, а в апреле 2020 года вуз стал Чувашским государственным аграрным университетом. Позади девять десятков лет, наполненных ежедневным трудом многих поколений студенческой молодежи и ее наставников, непрерывным творческим поиском профессорско-преподавательского коллектива, ученых, педагогов, исследователей и изобретателей. О базовом центре подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров для агропромышленного комплекса Чувашии рассказывает ректор Чувашского ГАУ Андрей Макушев.

За эти годы вуз вместе со страной пережил немало ярких страниц истории. Студенты и преподаватели принимали участие в восстановлении народного хозяйства после войны, создавали уникальную систему образования в регионе, разрабатывали выдающиеся проекты. Сегодня Чувашский ГАУ — это вуз с качественным, современным образованием, а выпускники — конкурентоспособные и востребованные специалисты. Ресурсный потенциал вуза основателен: 4 факультета — инженерный, биотехнологий и агрономии, ветеринарной медицины и зоотехнии, экономический, 15 кафедр, научно-техническая библиотека, 6 общежитий, спортивно-оздоровительный комплекс, учебно-опытное хозяйство с собственными хмелеплантациями, ветеринарная клиника. При вузе открыты исследовательский лабораторный центр, лаборатория по технологии молока и молочных продуктов, лаборатория по хлебопечению, лаборатория меристемных культур, ветеринарная клиника, оснащенные по последнему слову техники, специализированные аудитории от таких известных компаний, как «Байер», «Гомсельмаш», «Ростсельмаш», «Уралхим», агрофирма «Исток», «Авангард», «Мегамикс», агрохолдинг CHUVA, АО Фирма «Август», от филиала Россельхозцентра по Чувашии, Продовольственного фонда Чувашской Республики, «Россельхозбанка».

В вузе обучается более 4 тыс. студентов по 20 направлениям подготовки бакалавриата, магистратуры и специалитета по 62 образовательным программам. Идет подготовка специалистов по следующим востребованным направлениям: технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, агрономия, землеустройство и кадастры, ветеринария, ветеринарно-санитарная экспертиза, зоотехния, агроинженерия, наземные транспортно-технологические средства, эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, технология транспортных процессов, техносферная безопасность, сервис, экономика, менеджмент и товароведение. Университет также ведет подготовку аспирантов по 5 направлениям и 7 научным специальностям. 84% профессорско-преподавательского состава имеют ученые степени и звания. Действуют два диссертационных совета.

Трудоустроенность выпускников составляет 80%. Аграрный вуз по праву считается научно-образовательным центром инновационного развития АПК Чувашии. Молодые специалисты работают на сельскохозяйственных предприятиях, в государственных и коммерческих структурах, крупных международных компаниях, образовательных учреждениях, научно-исследовательских институтах в разных регионах России.

Сегодня в вузе работает 5 научных школ, разработки исследователей университета охватывают 9 отраслей наук. Чувашский ГАУ является участником комплексного научно-технического проекта «Развитие семеноводства картофеля и создание конкурентоспособного семенного фонда перспективных отечественных сортов картофеля в условиях Приволжского округа» в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства российской федерации на 2017 — 2025 годы, заказчиком которого выступает ООО «Агрофирма «Слава Картофелю-Яльчики».

В учебном научно-производственном центре «Студенческий»



имеются коллекционные участки, хмельники, сады, фермы, пасеки. Студенты ведут мониторинг вредителей, болезней, сорной растительности, анализируют состояние окружающей среды.

Успешно применяют и собственные изобретения. Уникальный прототип мобильной хмелесушилки, превосходящий по характеристикам зарубежные аналоги, продукт университетской инженерной мысли. В вузе работает научно-практический центр исследований в хмелеводстве, основной задачей которого является интеграция учебного процесса и научных исследований в целях опережающего развития производства и переработки хмеля в республике. Помимо выращивания зеленого золота, студенты собирают и урожай зерновых и зернобобовых культур. Свои производственные площадки предоставляет и аграрный бизнес.

В 2021 году на базе Чувашского ГАУ впервые за последние 15 лет было организовано обучение для хмелеводов страны по программе «Интенсификация производства хмеля». Курсы заинтересовали представителей отраслевого сообщества, что подтверждается участием в образовательной программе специалистов из Республики Алтай, Республики Марий-Эл, Республики Северная Осетия-Алания. В 2022 году свой профессиональный уровень по программе «Хмелеводство» повысили представители Алтайского края, Воронежской и Московской областей, Москвы, Тамбова и Курска. В сентябре 2022 года в гостях у хмелеводов Чувашского ГАУ побывала делегация Тимирязевской академии.

Чувашский ГАУ входит в консорциум аграрных вузов под руководством Саратовского ГАУ в программу стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». Эта программа позволит сформировать в Приволжском федеральном округе объединение образовательных организаций аграрного профиля и обеспечить отраслевое лидерство в сфере цифрового сельского хозяйства Российской Федерации.

Между нашим вузом и сельхозпредприятиями действуют свыше пятисот соглашений о сотрудничестве.



Опираясь на традиции, вуз постоянно осваивает и новые формы организации учебного процесса. Весной и осенью 2021 года на базе аграрного университета прошли два учебных потока проекта «Школа фермера», подготовленного АО «Россельхозбанк». Весной 2022 года состоялся третий поток Школы. Это уникальный проект, который индивидуально выстраивается для каждого региона, в Чувашии запущен при поддержке Министерства сельского хозяйства Чувашской Республики и ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет». Всего 89 чел. обучилось в Чувашии.

Преподаватели с научными работами побеждают и занимают призовые места на конкурсах различного уровня, получают гранты, патенты на изобретения и научные открытия. Активно вовлекается в науку и молодежь. Исследования, проводимые коллективом Чувашского ГАУ, направлены на разработку новых приемов и технологий для повышения урожайности аграрных культур, продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. Ведутся работы по совершенствованию и созданию новых сельхозмашин и орудий, обоснованию экономических критериев ведения сельскохозяйственного производства, сохранению и расширенному воспроизводству плодородия почвы.

Быстрое и динамичное развитие рынка, рост конкуренции требует от вуза сохранения и развития спектра реализуемых образовательных программ. Поэтому здесь проводится последовательная работа по совершенствованию структуры и содержания подготовки кадров. В образовательный процесс внедряются дополнительные программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки. Многие студенты вуза параллельно с освоением основной образовательной программы обучаются по программам профессиональной переподготовки.

В 2016 г. Чувашским ГАУ на базе сельских школ были открыты в пяти районах республики специализированные классы естественнонаучного и инженерного направлений. В 2017 году агроклассы были открыты





во всех районах. За период 2016-2022 гг. в агроклассы было зачислено 1927 чел., двухлетнее обучение завершили 1615 обучающихся.

В 2022-2023 учебном году в 62 агроклассах республики обучается 453 школьников. Обучение проводится по утвержденным проректором по учебной и научной работе Чувашского ГАУ и согласованным с директорами школ учебным и учебно-тематическим планам по курсам «Решение задач повышенной сложности по математике», «Решение задач повышенной сложности по физике», «Биологические закономерности». Учебные занятия с учениками проводятся в смешанном формате: часть уроков на базе школ с выездом преподавателей вуза, часть — в дистанционном. Кроме того, в электронной образовательной среде университета созданы курсы, где размещены учебные и учебно-методические материалы для школьников. Посредством этой среды происходит взаимодействие обучающихся и преподавателей, выполнение текущей и промежуточной аттестации школьников.

Важное значение для профессионального определения агроклассников имеют практические занятия, проводимые в лабораториях университета. В сити-ферме проводятся практикумы на тему «Технология посева семян пряных культур для выращивания в гидропонных системах», «Исследование крови» в лаборатории клинико-гематологических исследований, в учебной и научной лаборатории по хлебопечению на занятии «Формовка хлебобулочных изделий из дрожжевого теста» агроклассники учатся формовать и выпекать булочки. В лаборатории ветеринарно-санитарных исследований школьники на занятии «Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов растительного происхождения» учатся проводить экспертизу продуктов различными методами.

Агроклассники активно участвуют в университетской жизни, показывая отличные результаты в научной и творческой деятельности. Результаты научных исследований школьники представляют на студенческой научно-практической конференции с участием школьников «Студенческая наука — первый шаг в академическую науку», проводимой в университете ежегодно в марте. Школьники вместе со студентами также прини-

мали активное участие в республиканском форуме «Лучшие на селе». Агроклассники вошли в состав Общественной организации «Волонтерский альянс «АгроВыбор», состоящей из работников сферы агропромышленного комплекса Чувашской Республики.

Важнейшими формами, активизирующими профессиональное самоопределение школьников, стали экскурсии на предприятия агропромышленного комплекса. В 2016-2022 гг. для учащихся профильных аграрных классов посетили 27 предприятий АПК.

Чувашский государственный аграрный университет — альма-матер для выдающихся ученых, знаменитых профессоров, педагогов, успешных руководителей, спор-

тсменов, которыми гордится вся страна. Сегодня здесь учатся чемпионы мира, победители международных конкурсов, участники Национальной российской премии «Студент года». Девиз студентов аграрного вуза: «Знания приносят плоды!». В аграрном университете действуют молодежные объединения: Совет молодых ученых и специалистов, Студенческий совет, Студенческий вестник Чувашского ГАУ, волонтерский альянс «АгроВыбор». Творческие команды вуза побеждают и занимают призовые места на республиканских студенческих конкурсах, фестивалях. Идет активное сотрудничество между аграрным университетом и Союзом ветеранов АПК Чувашии. Активно участвует в жизни аграрного университета Совет ветеранов вуза. Студентам сопутствует успех в гиревом спорте, полиатлоне, мини-футболе, вольной борьбе, триатлоне, армрестлинге, хоккее, волейболе. По итогам смотра-конкурса аграрных вузов на лучшую постановку работы по физической культуре и спорту в номинации «Кадровый потенциал» Чувашский ГАУ занял 2 место по результатам работы в 2021 году.

При вузе действует медиацентр, ведутся страницы в социальных сетях, выпускается студенческая газета «Студвестник». Студенты и аспиранты, пробуя свои силы на ниве аграрной журналистики стали лауреатами Государственной молодежной премии Чувашии 2017 и 2019 года.

Впереди — новые горизонты и смелые проекты. Залог будущих успехов нашей академической семьи — замечательные традиции, опыт и накопленный научный и интеллектуальный потенциал вуза, жажда знаний студентов.



428003, Чувашская Республика,
г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29.
Тел.: (8352) 62-23-34
info@academy21.ru
<http://academy21.ru/>

УДК 636.087.24

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-18-23

И.В. Воронова, ✉
Н.Л. Игнатъев,
Е.Ю. Немцева,
Г.М. Тобоев

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация

✉ voinn1978@mail.ru

Поступила в редакцию:
08.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-18-23

Inna V. Voronova, ✉
Natalia L. Ignatieva,
Elena Y. Nemtseva,
Gerald M. Toboev

*Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation*

✉ voinn1978@mail.ru

Received by the editorial office:
08.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Применение пропиленгликоля для профилактики кетоза коров в новотельный период

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Профилактика кетоза у новотельных коров является одной из актуальных проблем в отрасли. В статье приведены данные по результатам использования пропиленгликоля в рационах коров в транзитный период.

Методы. Для исследования сформированы 2 группы коров, контрольная и опытная, по 30 голов в каждой. Коровам контрольной группы скармливали рационы сухостойных и дойных коров высокопродуктивной группы, принятые в хозяйстве. Коровам опытной группы в сухостойный период за две недели до отела дополнительно к рациону контрольной группы давали 150 г пропиленгликоля на голову в сутки и в течение двух недель после отела — 250 г.

Результаты. Установлено, что добавление пропиленгликоля в рационы коров в период за две недели до отела и четыре — после — оказалось целесообразным в профилактике кетоза в период раздоя. Анализ молока на наличие кетоновых тел с помощью тестовых полосок на 10-е сутки лактации выявил положительные результаты у 10% коров контрольной группы, при этом 17% коров находились в зоне риска. Аналогичные исследования, проведенные на 30-е и 60-е сутки лактации, показали наличие кетоновых тел соответственно у 7 и 3% коров контрольной группы, сомнительные результаты — у 6 и 4%. В то же время у опытных коров, получающих пропиленгликоль, данный анализ признаки кетоза не выявил.

Ключевые слова: коровы, кетоз, транзитный период, пропиленгликоль, молочная продуктивность, упитанность

Для цитирования: Воронова И.В., Игнатъева Н.Л., Немцева Е.Ю., Тобоев Г.М. Применение пропиленгликоля для профилактики кетоза коров в новотельный период. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 18–23. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-18-23>

© Воронова И.В., Игнатъева Н.Л., Немцева Е.Ю., Тобоев Г.М.

The use of propyleneglycol for the prevention of ketosis of cows in the fresh period

ABSTRACT

Relevance. Prevention of ketosis in freshly calved cows is one of the urgent problems in the industry. The article presents data on the results of the use of propyleneglycol in the diets of cows during the transit period.

Methods. For the study, 2 groups of cows were formed, control and experimental, with 30 heads each. The cows of the control group were fed the rations for dry and dairy cows of the highly productive group adopted on the farm. Cows of the experimental group in the dry period two weeks before calving in addition to the diet of the control group got 150 g of propyleneglycol per head per day and for two weeks after calving — 250 g.

Results. It was found that the addition of propyleneglycol to the diets of cows for two weeks before calving and four — after — turned out to be expedient in the prevention of ketosis during the milking period. Analysis of milk for the presence of ketone bodies using test strips on the 10th day of lactation revealed positive results in 10% of cows in the control group, while 17% of cows were at risk. Analogical studies conducted on the 30th and 60th days of lactation showed the presence of ketone bodies in 7 and 3% of cows of the control group respectively, with questionable results in 6 and 4%. At the same time, in cows of the experimental group, receiving propyleneglycol, this analysis did not show signs of ketosis.

Key words: cows, ketosis, transit period, propyleneglycol, milk productivity, fatness

For citation: Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. The use of propyleneglycol for the prevention of ketosis of cows in the fresh period. Agrarian science. 2022; 364 (11): 18–23. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-18-23> (In Russian).

© Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M.

Введение / Introduction

Реализация высокой молочной продуктивности коров — сложная задача, но ее поддержание, наряду с крепким здоровьем и воспроизводством, — еще более трудоемкий процесс. Здоровье животных во многом предопределено генетически, однако на него оказывают влияние различные факторы. В то же время раскрытие высокого генетического потенциала молочной продуктивности коров невозможно без поддержания их здоровья. Количественные и качественные пробелы в кормлении высокопродуктивных животных в короткий срок подводят к снижению продуктивности, плодовитости и здоровья коров. Подобные ошибки часто можно увидеть даже в хороших хозяйствах с качественным управлением. Чем выше продуктивность, тем тщательнее нужно придерживаться всех правил кормления, содержания и профилактических действий [1–4].

Особым является период за несколько дней до и после отела коровы. В этот промежуток времени ее организм испытывает колоссальные гормональные, метаболические и морфологические изменения. Происходит нарушение гомеостаза организма, выявляются признаки нарушения обмена веществ, например гипокальциемия, кетоз, ацидоз. Такие нарушения могут усиливаться и (или) взаимно влиять друг на друга. Они могут стать причиной или влиять на возникновение многих заболеваний, таких как ожирение печени, ламинит, артрит, дистрофия яичников, мастит, паралич. Нарушение обмена веществ сказывается на иммунной системе организма, осложняет протекание болезней, ускоряет выбраковку коров. Преждевременное выбытие, вынужденный убой и падеж коров наносят значительный экономический ущерб стаду [5].

Новотельные высокопродуктивные коровы, до отела и во время раздоя не получавшие рацион, подходящий их молочной продуктивности, становятся подверженными кетозу со всеми вытекающими последствиями [6].

На раннем этапе после отела коровы имеют отрицательный баланс энергии, который сопровождается мобилизацией жирных кислот из жировой ткани собственного организма; это следствие низкого потребления коровой сухого вещества до и после отела. Зачастую в этот период количество энергии, необходимое для поддержания жизни и продуцирования молока, превышает то, которое корова получает с рационом. При этом в период отела отмечается самое низкое потребление сухого вещества [7, 8].

Это, в свою очередь, приводит к недостатку пропионата в печени. Пропионат, который образуется в рубце после ферментации углеводов, является основной гликогенной летучей жирной кислотой и активирует выработку инсулина. После того, как пропионат поглощается эпителиальными клетками рубца, он доставляется к печени через кровь. Избыточная мобилизация жировой ткани вследствие отрицательного энергетического баланса в организме способствует увеличению объема жирных кислот, в результате чего после их окисления в печени образуются липопротеины очень низкой плотности [9–13].

Анализ упитанности коров при отеле — это изменение уровня запасов жировой ткани организма, которые они могут использовать во время лактации для обеспечения себя энергией и веществами — предшественниками молочного жира. Чрезмерная упитанность при отеле способствует усилению потерь живой массы в лактационный период, снижает потребление сухого вещества и производства молока. Коровам с индексом массы тела «ожирение» свойственны более высокие

показатели отрицательного энергетического баланса и предельные показатели содержания жирных кислот в плазме крови. Излишняя упитанность при отеле приводит к развитию нарушений метаболизма, таких как синдром ожирения у коров, мастит и метрит [14–16].

При сбалансированном кормлении коров показатели жира и белка в молоке находятся в соотношении от 1,1:1 до 1,5:1. Но если данное соотношение имеет тенденцию к увеличению (более чем 1,5:1), это указывает на недостаток энергии, который частично будет компенсироваться за счет резервов организма. В итоге такой дисбаланс часто приводит к кетозу, снижению молочной продуктивности и уменьшению количества белка в молоке. Соотношение жира к белку снижается до минимума (ниже 1,1) при скармливании коровам рациона, богатого обменной энергией и бедного структурной клетчаткой, то есть такого, в котором преобладают концентрированные корма. В таких случаях необходимо оптимально распределять комбикорм в соответствии с продуктивностью коров [17–19].

Целью исследований явилось изучение влияния пропиленгликоля на снижение энергетического дефицита у новотельных коров, повышение их молочной продуктивности в период раздоя.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования были проведены в 2020 и 2021 годах в условиях ООО «Красное Сормово» Красноармейского района Чувашской Республики. Продолжительность производственного опыта составила 60 дней до и 60 дней после отела.

В хозяйстве принята технология дифференцированного кормления коров. Коровы обеих групп содержались беспривязно.

Для достижения цели были сформированы 2 группы коров, контрольная и опытная, по 30 голов в каждой. Коровам контрольной группы скармливали рационы сухостойных и дойных коров высокопродуктивной группы, принятые в хозяйстве. Коровам опытной группы в сухостойный период за две недели до отела дополнительно к рациону контрольной группы давали 150 г пропиленгликоля на голову в сутки и в течение двух недель после отела — 250 г.

Диагностику кетоза проводили с помощью специальных индикаторных полосок (фирма «Health Mate»), определяющих наличие кетоновых тел и соотношение в молоке количества жира и белка. Пробы молока для определения показателей брали еженедельно. Анализ молока проводился в испытательной лаборатории КУП ЧР «Агро-Инновации».

Молочную продуктивность коров определяли по результатам еженедельных контрольных доек начиная с 10-го дня лактации. Оценку упитанности животных проводили совместно со специалистами комплекса по пятибалльной шкале согласно методическим рекомендациям для голштинского скота, за 14 дней до и через 10, 30 и 60 дней после отела.

Оптимальное количество основных и концентрированных кормов в рационе коров определяли исходя из их потребностей. Рацион коров 1-й сухостойной группы (60–20-й дни до отела) состоял из сенажа (22 кг) и сена (3 кг), в нем содержалось 12 кг сухого вещества (СВ), сырого протеина — 128 г/кг СВ, сырой клетчатки — 304 г/кг СВ, обменной энергии — 7,99 Дж/кг СВ.

Коровы 2-й сухостойной группы (20 дней до отела) получали рацион, состоящий из силоса (8 кг), сенажа (9

кг), соломы (1 кг), рапсового шрота (1 кг), пивной дробины (2 кг), зернофуража (2,5 кг), патоки (0,5 кг). В данном рационе содержалось сухого вещества 10,2 кг, сырого протеина — 161 г/кг СВ, сырой клетчатки — 195 г/кг СВ, крахмала — 135 г/кг СВ, обменной энергии — 10,6 Дж/кг СВ.

Рацион новотельных коров состоял из сенажа (12 кг), силоса (17 кг), сена (1 кг), пивной дробины (7 кг), рапсового шрота (3 кг), зернофуража (6 кг), патоки (1 кг). Рацион содержал сухого вещества 21,5 кг, сырого протеина — 171 г/кг СВ, сырой клетчатки — 167 г/кг СВ, крахмала — 180 г/кг СВ, обменной энергии — 10,68 Дж/кг СВ.

Рацион опытной группы коров отличался тем, что во 2-м сухостойном периоде за 14 дней до отела дополнительно к рациону контрольной группы давали 150 г пропиленгликоля на голову в сутки и в течение двух недель после отела — 250 г.

Оценка правильности кормления проводилась путем определения продолжительности жвачки, которая должна длиться 7–12 часов, при этом за 1 цикл (отрыгивание — проглатывание) должно быть совершено не менее 55–60 жевательных движений.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Контроль полноценности кормления по соотношению белка и жира в молоке, которое определяли на 10-е и 30-е сутки лактации, выявил, что у всех коров опытной группы этот показатель составил в среднем 1:1,3–1,35, что свидетельствует о сбалансированности рациона и обеспеченности организма энергией. В контрольной группе аналогичный показатель у пяти коров на 10-е сутки лактации находился на уровне 1:1,51–1,52, а у трех — 1:1,55, этот факт указывает на наличие дефицита энергии в их организме.

Одновременно с определением соотношения белка и жира в молоке проводилось исследование на наличие кетоновых тел при помощи специальных индикаторных полосок, результаты которого представлены в табл. 1.

Анализ молока на наличие кетоновых тел с помощью тестовых полосок на 10-е сутки лактации выявил положительный результат у 10% коров контрольной группы, а также 17% коров находились в зоне риска. Аналогичные исследования были проведены также на 30-е и 60-е сутки лактации. Положительными ока-

Таблица 1. Результаты анализа молока с помощью тестовых полосок на наличие кетоновых тел

Table 1. Results of milk analysis using test strips for the presence of ketone bodies

Показатели	Контрольная группа		Опытная группа	
	количество коров	%	количество коров	%
на 10-е сутки лактации				
Норма (-)	22	73	30	100
Сомнительный (+/-)	5	17		
Позитивный (+)	2	7		
Позитивный (++)	1	3		
на 30-е сутки лактации				
Норма (-)	21	70	30	100
Сомнительный (+/-)	6	27		
Позитивный (+)	2	7		
Позитивный (++)	-	-		
на 60-е сутки лактации				
Норма (-)	25	84	30	100
Сомнительный (+/-)	4	13		
Позитивный (+)	1	3		
Позитивный (++)	-	-		

Таблица 2. Балльная оценка упитанности коров

Table 2. Score assessment of fatness of cows

Упитанность в баллах	Контрольная группа		Опытная группа	
	количество коров	%	количество коров	%
за 14 суток до отела				
1 балл	-	-	-	-
2 балла	1	3	1	3
3 балла	26	86	27	90
4 балла	3	10	2	7
5 баллов	-	-	-	-
на 10-е сутки лактации				
1 балл	-	-	-	-
2 балла	3	10	-	-
3 балла	26	87	29	97
4 балла	1	3	1	3
5 баллов	-	-	-	-
на 30-е сутки лактации				
1 балл	-	-	-	-
2 балла	5	17	-	-
3 балла	23	77	29	97
4 балла	2	6	1	3
5 баллов	-	-	-	-
на 60-е сутки лактации				
1 балл	-	-	-	-
2 балла	5	17	-	-
3 балла	24	80	29	97
4 балла	1	3	1	3
5 баллов	-	-	-	-

зались результаты, соответственно, у 7 и 3% коров контрольной группы, сомнительными — у 6 и 4%.

Положительные и сомнительные результаты на наличие кетоза были получены у тех коров, у которых наблюдалось увеличение показателя соотношения жира и белка в молоке. У этих коров также наблюдалось снижение упитанности до 2 баллов. А у опытных коров, получающих пропиленгликоль, данный анализ признаки кетоза не выявил.

Для установления причин возникновения кетоза и нарушения процесса обмена веществ у животных нами была проведена балльная оценка упитанности животных.

Оценка упитанности подопытных животных за 14 суток до отела показала, что в контрольной группе 1 корова имела 2 балла, 86% — 3 балла и 10% — 4 балла, а в опытной группе, соответственно, 3; 90; 7%. Как видно из таблицы, показатели упитанности в исследуемых группах в этот период отличались незначительно.

Повторная оценка упитанности была проведена на 10-е, 30-е и 60-е сутки после отела. Из табл. 2 видно, что в контрольной группе количество истощенных коров (имеющих 2 балла) на 10-е сутки лактации составило 10%, что свидетельствует о дефиците энергии в организме новотельных коров. Контроль упитанности на 30-е и 60-е сутки лактации выявил наличие в контрольной группе 17% коров с низкой упитанностью, составляющей 2 балла. В то же время в опытной группе истощенных коров в аналогичных периодах обнаружено не было, что связано с введением в их рационы пропиленгликоля.

В табл. 3 представлены результаты контрольных удоев.

Из табл. 3 видно, что опытные коровы, в рационы которых дополнительно включали пропиленгликоль, увеличили суточный удой к концу опыта в среднем на 0,9 кг.

При этом анализ молока исследуемых групп показал увеличение массовой доли жира в молоке опытных коров относительно контрольных на 0,16%, однако эта разница оказалась недостоверной. Доля белка в опытной группе оказалась достоверно выше, чем в контрольной, — на 0,2%. За период проведения исследований от коров опытной группы было получено на 0,53 т, то есть на 3,1%, молока больше, чем от контрольной.

Результаты мониторинга количества жевательных движений коров за 1 цикл приведены в табл. 4.

Анализ таблицы показывает, что у коров контрольной группы на 10-й день лактации количество жевательных движений снизилось в среднем до 51, что свидетельствует о том, что у них после отела были проблемы с потреблением корма, а в последующие периоды этот показатель стал соответствовать норме. А в опытной группе у коров этот показатель находился в пределах нормы в течение всего периода исследований.

Полученные нами результаты показали, что коровы опытной группы, в рацион которых включали пропиленгликоль, были здоровы, динамика молочной продуктив-

Таблица 3. Молочная продуктивность коров исследуемых групп

Table 3. Dairy productivity of cows of the studied groups

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Среднесуточный удой, кг		
- на 10-й день лактации	26,7±1,7	27,1±1,6
- на 30-й день лактации	28,4±1,1	29,5±1,3
- на 60-й день лактации	29,9±0,9	30,8±0,6
Содержание жира в молоке, %		
- на 10-й день лактации	3,77±0,07	3,75±0,09
- на 30-й день лактации	3,61±0,15	3,72±0,17
- на 60-й день лактации	3,63±0,15	3,79±0,12
Содержание белка в молоке, %		
- на 10-й день лактации	2,9±0,14	3,1±0,09
- на 30-й день лактации	3,0±0,09	3,2±0,10
- на 60-й день лактации	3,0±0,07	3,2±0,05*
Получено молока в период раздоя, т	17,32	17,85
Примечание: * — P < 0,05		

Таблица 4. Мониторинг количества жевательных движений коров

Table 4. Monitoring the number of chewing movements of cows

Количество жевательных движений за 1 цикл (отрывание — проглатывание)	Контрольная группа	Опытная группа
- за 14 дней до отела	57±7	55±8
- на 10-й день лактации	51±8	59±5
- на 30-й день лактации	59±6	60±9
- на 60-й день лактации	61±9	65±8

ности показала стабильное повышение лактационной кривой, а результаты индикаторных полосок на определение кетоновых тел были отрицательными. В контрольной группе на 10-е сутки лактации из всего поголовья у 10% коров было выявлено наличие кетоновых тел, соответственно столько же коров имели низкий показатель упитанности, что свидетельствует о дефиците энергии в организме в период после отела.

Контроль упитанности на 30-е и 60-е сутки лактации выявил наличие в контрольной группе 17% коров с низкой упитанностью, составляющей 2 балла. В то же время в опытной группе снижения упитанности у коров в аналогичных периодах обнаружено не было. При сбалансированном кормлении коров показатели жира и белка в молоке находятся в соотношении от 1,1:1 до 1,5:1. Изменение этого соотношения в сторону увеличения больше 1,5:1 свидетельствует о недостатке энергии, часть которой поступает из резервов организма.

Положительные и сомнительные результаты исследования на наличие кетоза были получены у тех коров, у которых наблюдалось увеличение показателя соотношения жира и белка в молоке. У этих коров также наблюдалась упитанность ниже 3 баллов. А у опытных коров, получающих пропиленгликоль, данный анализ признаки кетоза не выявил.

Выводы / Conclusion

Сравнительный анализ показателей контрольной и опытной групп коров показал, что добавление пропи-

ленгликоля в рационы коров в период за две недели до отела и четыре — после — оказалось целесообразным в профилактике кетоза в период раздоя. Анализ молока на наличие кетоновых тел с помощью тестовых полосок на 10-е сутки лактации выявил положительные результаты у 10% коров контрольной группы, при этом 17% коров находились в зоне риска. Аналогичные исследования, проведенные на 30-е и 60-е сутки лактации, показали

наличие кетоновых тел, соответственно, у 7 и 3% коров контрольной группы, сомнительные результаты — у 6 и 4%. В то же время у опытных коров, получающих пропиленгликоль, данный анализ признаки кетоза не выявил. За период проведения исследований от коров опытной группы было получено на 0,53 т, то есть на 3,1%, молока больше, чем от контрольной, что на оказалось на 3,1% больше.

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. Воронова И. В. Современные аспекты кормления молочных коров. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 1(53). 164-169. eLIBRARY ID: 45610403. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. EDN PYYJHR.
2. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 16 апреля 2021 года*. 2021; 012025. doi 10.1088/1755-1315/935/1/012025.
3. Михайлова, Л. Р. Рожьсодержащие комбикорма для бычков на доращивании. *Животноводство и кормопроизводство*. 2021; 104 (4): 124-135. doi 10.33284/2658-3135-104-4-124.
4. Prokopieva, M. On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года*. 2020; 012022. doi 10.1088/1755-1315/604/1/012022.
5. Новикова, И. А. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. *Аграрная наука*. 2022; 5: 22-26. doi: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26. EDN CLXDMU.
6. Лахов. С. Д., Петрова Ю. В., Луговая И. С., Белкин Е. А. Применение препарата Активитон® для профилактики кетозов и после-родовых осложнений у новотельных коров. *Аграрная наука*. 2020; 7-8: С. 21-23. doi 10.32634/0869-8155-2020-340-7-21-23.
7. Иль, Е. Н. Иль Е. Н., Заболотных М. В. Выявление нарушений обмена веществ у высокопродуктивных коров. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019; 2: 83-89.
8. Разумовский, Н. Профилактика кетоза у новотельных коров. *Животноводство России*. 2021; 9: 37-41. doi 10.25701/ZZR.2021.42.33.018.
9. Семенов В. Г., Симурзина Е. П., Никитин Д. А. [и др.] Решение проблемы нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров. *Ветеринарный врач*. 2022; 4: С. 54-61. doi 10.33632/1998-698X.2021_54_61.
10. Харитонов, Е. Л. Лечение субклинических кетозов высокопродуктивных молочных коров. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2018; 5: 65-70.
11. Иванюк, В. П., Бобкова Г. Н. Комплексная терапия кетоза коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021; 4(90): 197-199.
12. Воронов Д. В., Макаричиков А. Ф., Михалюк А. Н., Шешко Д. В. Профилактическая эффективность средства против кетоза у коров в транзитный период. *Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет*, 2020: 45-55.
13. Кротов, Л. Н., Карагодина Т. И. Пропиленгликоль для профилактики после-родовых заболеваний у коров. *Ветеринария*. 2011; 12: 36-37.
14. Чайкина, И. Кетоз: энергия на исходе. *Эффективное животноводство*. 2021; 6(172): 20-25.
15. Нецаев, А. В., Минюк Л. А., Гришина Д. Ю. Профилактика метаболических заболеваний высокопродуктивных коров. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 2(38): 143-147. doi 10.18286/1816-4501-2017-2-143-147.
16. Бабенко, Е. Профилактика кетоза. *Животноводство России*. 2018; 10: 43-45.

REFERENCES

1. Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Modern aspects of feeding dairy cows. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021; 1(53):164-169. eLIBRARY ID: 45610403. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. EDN PYYJHR. (In Russian)
2. Use of Holstein bulls in improvement of black red cattle. *OF Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, April 16, 2021*. 2021; 012025. doi 10.1088/1755-1315/935/1/012025.
3. Mikhailova, L. R. Rye-containing compound feeds for bulls on rearing. *Animal husbandry and feed production*. 2021; 104 (4): 124-135. Doi 10.33284/2658-3135-104-4-124. (In Russian)
4. Prokopieva, M. On the use of feed supplement in the system of livestock technological modernization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, April 10, 2020*. 2020; 012022. doi 10.1088/1755-1315/604/1/012022.
5. Novikova, I. A. Biochemical status of cows during therapy of subclinical ketosis with use of natural zeolites and lecithin. *Agrarian science*. 2022; 5: 22-26. doi: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26. EDN CLXDMU. (In Russian)
6. Lakhov. S. D., Petrova Yu. V., Lugovaya I. S., Belkin E. A. The use of the drug Activiton® for the prevention of ketosis and postpartum complications in new-bodied cows. *Agrarian Science*. 2020; 7-8: pp. 21-23. doi 10.32634/0869-8155-2020-340-7-21-23. (In Russian)
7. Il, E. N. Il, E. N., Zabolotnykh M. V. Identification of metabolic disorders in highly productive cows. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2019; 2: 83-89. (In Russian)
8. Razumovsky, N. Prevention of ketosis in new-bodied cows. *Animal husbandry of Russia*. 2021; 9: 37-41. doi 10.25701/ZZR.2021.42.33.018. (In Russian)
9. Semenov V. G., Simurzina E. P., Nikitin D. A. [et al.] Solving the problem of metabolic disorders in highly productive cows. *Veterinarian*. 2022; 4: pp. 54-61. doi 10.33632/1998-698X.2021_54_61. (In Russian)
10. Kharitonov, E. L. Treatment of subclinical ketoses of highly productive dairy cows. *Veterinary medicine, animal science and biotechnology*. 2018; 5: 65-70. (In Russian)
11. Ivanyuk, V. P., Bobkova G. N. Complex therapy of cow ketosis. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2021; 4(90): 197-199. (In Russian)
12. Voronov D. V., Makarchikov A. F., Mikhalyuk A. N., Sheshko D. V. Preventive efficacy of a remedy against ketosis in cows during the transit period. *Agriculture - problems and prospects: collection of scientific papers*. Grodno : Grodno State Agrarian University, 2020: 45-55. (In Russian)
13. Krotov, L. N., Karagodina T. I. Propylene glycol for the prevention of postpartum diseases in cows. *Veterinary Medicine*. 2011; 12: 36-37. (In Russian)
14. Chaikina, I. Ketosis: energy is running out. *Effective animal husbandry*. 2021; 6(172): 20-25. (In Russian)
15. Nechaev, A.V., Minyuk L. A., Grishina D. Y. Prevention of metabolic diseases of highly productive cows. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017; 2(38): 143-147. doi 10.18286/1816-4501-2017-2-143-147. (In Russian)
16. Babenko, E. Prophylactics ketosis. *Animal Husbandry*. 2018; 10: 43-45. (In Russian)

17. Ганущенко, О. Оценка упитанности коров и ее практическая значимость. *Наше сельское хозяйство*. 2019; 16(216): 40-47.

18. Кардо, Л. Решение проблемы отрицательного энергетического баланса. *Эффективное животноводство*. 2021; 1(167): 64-67.

19. Вандони, С. Транзитный период: профилактика синдрома жирной печени и кетоза. *Комбикорма*. 2021; 1: 76-80.

17. Ganushchenko, O. Assessment of fatness of cows and its practical significance. *Our agriculture*. 2019; 16(216): 40-47. (In Russian)

18. Kardo, L. Solving the problem of negative energy balance. *Efficient animal husbandry*. 2021; 1(167): 64-67. (In Russian)

19. Vandoni, S. Transit period: prevention of fatty liver syndrome and ketosis. *Compound feed*. 2021; 1: 76-80. eLIBRARY ID: 44632431. – EDN VQWCKU. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Инна Васильевна Воронова,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация

E-mail: voinn1978@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5913-3161>

Наталья Леонидовна Игнатьева,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация

E-mail: ignatieva_natalia@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1845-1443>

Елена Юрьевна Немцева,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация

E-mail: eunemtzeva@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3371-3034>

Геральд Маркович Тобоев,

декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация

E-mail: tgeorg1931@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

ABOUT THE AUTHORS:

Inna Vasilyevna Voronova,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: voinn1978@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5913-3161>

Natalia Leonidovna Ignatieva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science

Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: ignatieva_natalia@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1845-1443>

Elena Yurievna Nemtseva,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science

Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: eunemtzeva@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3371-3034>

Gerald Markovich Toboev,

Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science

Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: tgeorg1931@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

Н.Н. Малкова, ✉
М.Е. Остякова,
С.А. Щербинина,
В.К. Ирхина

Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, г. Благовещенск, Российская Федерация

✉ mnn.1@mail.ru

Поступила в редакцию:
16.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
28.10.2022

Nadezhda N. Malkova, ✉
Marina E. Ostyakova,
Svetlana A. Shcherbinina,
Vera K. Irkhina

Far East Zone Research Veterinary Institute,
Blagoveshchensk, Russian Federation

✉ mnn.1@mail.ru

Received by the editorial office:
16.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
28.10.2022

Предикторы заболеваний коров в новотельном периоде

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Настоящая работа посвящена изучению прогностических параметров развития патологии родов (задержание последа), осложнением которой зачастую является послеродовый эндометрит, а также мастита у коров голштинской породы, что позволит точно и своевременно разработать профилактический алгоритм действий.

Методы. Для решения исследовательских задач были отобраны и распределены в две группы животные с разными сроками стельности голштинской породы в количестве 42 голов: 1-я группа — коровы со сроком стельности 5–6 месяцев; 2-я группа — коровы со сроком стельности 7–8 месяцев. Для выявления предикторов заболеваний новотельного периода изучали метаболический статус стельных коров на основании клинических и биохимических параметров крови с использованием лабораторных методов и учитывали у этих же животных наличие или отсутствие патологий в первые 10–14 дней после отела.

Результаты. Изучив уровень обменных процессов у отобранных стельных коров (второй и третий триместры), удалось установить, что концентрации кальция ($2,05 \pm 0,034$ ммоль/л), альбуминовой фракции ($12,7 \pm 2,31\%$), глюкозы ($2,20 \pm 0,299$ ммоль/л), билирубина ($10,7 \pm 2,94$ мкмоль/л) у животных со сроком стельности 5–6 месяцев и значения белкового индекса ($0,17 \pm 0,014$), фосфора ($2,75 \pm 0,215$ ммоль/л) на сроке стельности 7–8 месяцев являются факторами, прогнозирующими патологию родов и послеродового периода, а именно задержание последа, заболевания молочной железы и эндометрию воспалительного характера. Наиболее значимым был тот факт, что снижение сывороточных кальция и альбуминов на 18% и 53% во втором и третьем триместрах стельности увеличивает вероятность заболеваний у новотельных коров на 27–33%.

Ключевые слова: корова, сыворотка крови, предиктор, заболевания, послеродовый период

Для цитирования: Малкова Н.Н., Остякова М.Е., Щербинина С.А., Ирхина В.К. Предикторы заболеваний коров в новотельном периоде. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 24–28. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-24-28>

© Малкова Н.Н., Остякова М.Е., Щербинина С.А., Ирхина В.К.

Predictors of diseases in cows in the fresh period

ABSTRACT

Relevance. This work is devoted to the study of prognostic parameters for the development of labor pathology (retention of the placenta), a complication of which is often postpartum endometritis, as well as mastitis in Holstein cows, which will allow us to accurately and timely develop a preventive algorithm of actions.

Methods. To solve research problems, animals with different pregnancy periods of the Holstein breed were selected and divided into two groups in the amount of 42 heads: group 1 — cows with a pregnancy period of 5–6 months; group 2 — cows with a pregnancy of 7–8 months. To identify predictors of diseases in the fresh period, the metabolic status of pregnant cows was studied on the basis of clinical and biochemical blood parameters using laboratory methods; the presence or absence of pathologies in these animals was taken into account in the first 10–14 days after calving.

Results. Having studied the level of metabolic processes in selected pregnant cows (second and third trimesters), we were able to found that the concentrations of calcium (2.05 ± 0.034 mmol/l), albumin fraction ($12.7 \pm 2.31\%$), glucose (2.20 ± 0.299 mmol/l), bilirubin (10.7 ± 2.94 mmol/l) in animals with a pregnancy of 5–6 months and the values of the protein index (0.17 ± 0.014), phosphorus (2.75 ± 0.215 mmol/l) at 7–8 months of pregnancy are factors predicting the pathology the labor and the postpartum period, namely retention of the placenta, diseases of the mammary gland and endometrium of an inflammatory nature. The most significant was the fact that a decrease in serum calcium and albumin by 18% and 53% in the second and third trimesters of pregnancy increases the likelihood of diseases in newly calved cows by 27–33%.

Key words: cow, blood serum, predictor, diseases, postpartum period

For citation: Malkova N.N., Ostyakova M.E., Shcherbinina S.A., Irkhina V.K. Predictors of diseases in cows in the fresh period. Agrarian science. 2022; 364 (11): 24–28. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-24-28> (In Russian).

© Malkova N.N., Ostyakova M.E., Shcherbinina S.A., Irkhina V.K.

Введение / Introduction

К заболеваниям новотельного периода крупного рогатого скота относят воспаление молочной железы и эндометрия, предшественником последнего зачастую является задержание последа [1, 2]. Общеизвестно, что развитие послеродовых осложнений сопряжено с качеством организационных зооветеринарных мероприятий и начинается с физиологических отклонений задолго до отела. Послеродовый эндометрит и мастит в большинстве случаев — тяжелые и нередко необратимые морфофункциональные изменения в матке и молочной железе, являющиеся одной из основных причин преждевременной выбраковки маточного поголовья, что в значительной степени отрицательно сказывается на рентабельности скотоводческой отрасли [3].

На сегодняшний день накоплено значительное количество знаний в области профилактики и терапии патологии родového и послеродового периодов [4], позволяющих снизить процент выбраковки животных по ряду заболеваний. Ветеринарная практика многих лет показывает, что большое количество мероприятий по предупреждению и ликвидации задержания последа, послеродового эндометрита и мастита подразумевают под собой значительные расходы, которые, в свою очередь, не всегда оправданы из-за недостаточной эффективности. Выходом из этой ситуации может стать повышение уровня прогнозируемости того или иного заболевания, способствующее своевременности и точности выбора профилактических мероприятий. Поэтому исследования, направленные на изучение прогностических параметров таких патологий, как задержание последа, послеродовый эндометрит, мастит, весьма важны и значительны.

В определении новых предикторов вышеуказанных заболеваний может помочь сравнительный анализ гематологического и биохимического профиля у коров до родов и при патологии родového и послеродового периодов, так как «зеркалом» здоровья или нездоровья является кровь, качественно-количественные характеристики которой в первую очередь претерпевают изменения в ответ на воздействие любого фактора как внешней, так внутренней среды [5–7].

Цель работы — выявить предикторы заболеваний коров в новотельном периоде.

Материал и методы исследования / Materials and method

В рамках одного хозяйства Амурской области, специализированного на разведении голштинского скота, проведено исследование с участием стельных коров. Животных отбирали случайным образом и распределяли в две группы в соответствии со сроком стельности: 1-я группа — 12 коров со стельностью 5–6 месяцев; 2-я группа — 30 коров со стельностью 7–8 месяцев. На момент группирования у отобранных животных не были зарегистрированы какие-либо отклонения в общем состоянии. Образцы крови у всех животных брали в утреннее время в 1-й день учетного периода.

В лабораторных условиях (на базе исследовательской лаборатории Дальневосточного зонального научно-исследовательского ветеринарного института) определяли ряд клинических и биохимических показателей с расчетом цветового показателя и альбумин-глобулинового соотношения. Клинический анализ крови осуществляли общепринятыми в ветеринарной практике методами [8], а биохимический статус животных определяли при помощи полуавтоматического анализа-

тора «Stat Fax 1904» и наборов реагентов «Витал». Полученные результаты лабораторного исследования крови сравнивали с соответствующими физиологическими константами [9, 10]. Изучение послеродового периода включало оценку течения родového процесса, общего состояния новотельных коров в первые 10–14 дней после отела.

Основываясь на данных, полученных в ходе нашего исследования, были вычислены при помощи программного комплекса «Microsoft Excel 7»: средняя арифметическая (M) и ее ошибка (m); коэффициент корреляции (r) и его ошибка (m_r) между параметрами крови и уровнем изучаемых заболеваний; t -критерий Стьюдента для средних величин и коэффициента корреляции. Достоверным считали различия при $P < 0,05^*$, $0,01^{**}$, $0,001^{***}$. Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате лабораторного исследования крови коров со стельностью 5–6 месяцев были установлены отклонения некоторых показателей от общепринятых значений, характерные для метаболического дисбаланса, а именно пониженные уровни альбуминов ($12,7 \pm 2,31\%$) — на 58%, белкового индекса ($0,15 \pm 0,031$) — на 83%, кальция ($2,05 \pm 0,034$ ммоль/л) — на 18%, магния ($0,72 \pm 0,103$ ммоль/л) — на 12%, глюкозы ($2,20 \pm 0,299$ ммоль/л, нижняя граница нормы), и высокий показатель билирубина ($10,7 \pm 2,94$ мкмоль/л), превышающий нормативный предел в 2,1 раза (рис. 1–3). При этом прослеживалась связь между гипербилирубинемией и гипогликемией ($r = -0,67^*$), что указывало на некоторую степень печеночной дисфункции, которая могла быть вызвана нарушением качественных и количественных норм кормления, что, в свою очередь, способствует развитию патологии беременности (гестоз) и метаболизма (например, кетоз), которые нередко сопровождаются угнетением обменных процессов и детоксикационных возможностей организма [11].

Были определены связи между гипоальбуминемией и низким белковым индексом ($r = 0,99^{**}$) и гипоальбуминемией и пониженным значением кальция ($r = 0,72^{**}$), свидетельствующие о повышенной потребности материнского организма в кальции и белке в период плодотворения, которая под влиянием неблагоприятных факторов может обретать патологические формы в виде гипокальциемии и диспротеинемии по альбуминовому типу.

При проведенном аналогичном исследовании во второй группе стельных коров (7–8 месяцев) регистрировали изменения картины крови относительно референтных значений, выражающиеся сниженными уровнями альбуминов ($14,1 \pm 1,04\%$) — на 53%, белкового индекса ($0,17 \pm 0,014$) — на 81%, кальция ($2,01 \pm 0,049$ ммоль/л) — на 20%, магния ($0,76 \pm 0,056$ ммоль/л) — на 7%, гемоглобина ($85,3 \pm 1,63$ г/л) — на 14% и повышенными показателями фосфора ($2,75 \pm 0,215$ ммоль/л) — на 42% и билирубина ($5,2 \pm 0,71$ мкмоль/л) (рис. 1–4). Была установлена прямая умеренная корреляционная связь ($r = 0,38$) между пониженными параметрами альбуминовой фракции и гемоглобина [12–14], а также выявлена положительная корреляция между низкими значениями альбуминов и белкового индекса ($r = 0,99$, $P < 0,001$). Помимо этого, регистрировали меньший показатель мочевины ($2,8 \pm 0,22$ ммоль/л при $P < 0,001$ относительно 1-й группы — $7,0 \pm 0,82$ ммоль/л) и более высокую

Рис. 1. Белковый профиль крови коров с разными сроками стельности

Fig. 1. Protein profile of cows in different terms of pregnancy

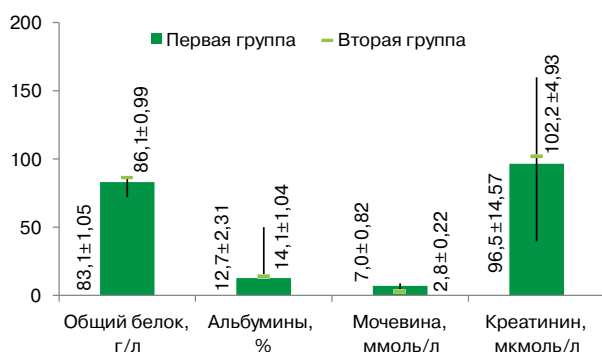


Рис. 3. Биохимический профиль крови коров с разными сроками стельности

Fig. 3. Liver profile of cows in different periods of pregnancy

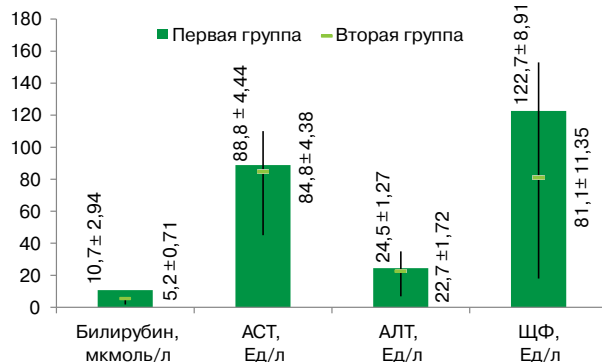


Рис. 2. Минеральный и углеводный профили крови коров с разными сроками стельности

Fig. 2. Mineral and carbohydrate profiles of cows in different terms of pregnancy

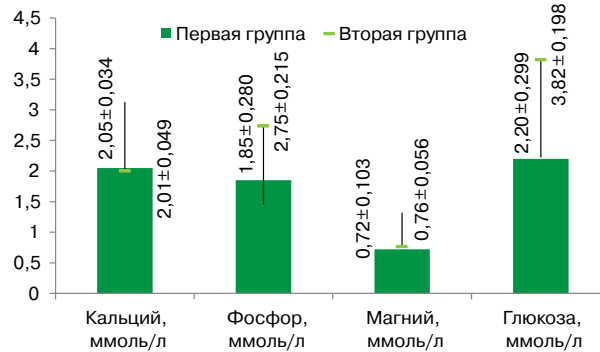
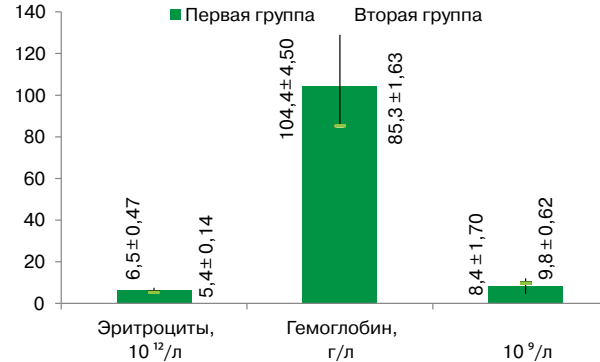


Рис. 4. Гематологический профиль крови коров с разными сроками стельности

Fig. 4. Hematological profile of cows in different terms of pregnancy



концентрацию креатинина ($102,2 \pm 4,93$ мкмоль/л относительно 1-й группы — $96,5 \pm 14,57$ мкмоль/л) у коров с большим сроком стельности.

Также у сухостойных коров отмечали наименьшую активность аминотрансфераз (АСТ — $84,8 \pm 4,38$ Ед/л относительно 1-й группы — $88,8 \pm 4,44$ Ед/л; АЛТ — $22,7 \pm 1,72$ Ед/л относительно 1-й группы — $24,5 \pm 1,27$ Ед/л). Относительное уменьшение концентрации мочевины, АСТ и АЛТ в пределах референтных значений у сухостойных коров может быть связано с физиологическим замедлением метаболических процессов в материнском организме, проявляющихся снижением катаболизма аминокислот и сбережением тканевых белков [15, 16] в пользу плода, рост которого в третьем триместре достигает своего максимума [17, 18].

Межгрупповой корреляционный анализ изучаемых показателей крови стельных коров показал прямую корреляционную связь ($r = 0,43$, $P < 0,05$) между повышением уровня фосфора на 42% (1 группа — $1,85 \pm 0,280$ ммоль/л, 2-я группа — $2,75 \pm 0,215$ ммоль/л при $P < 0,05$) и увеличением срока стельности, что обусловлено физиологической задержкой в организме этого элемента в третьем триместре на фоне возможной минерально-витаминной несбалансированности рациона.

Таким образом, в ходе изучения метаболического статуса коров в период стельности (2–3-й триместры) был установлен дисбаланс обмена белка и минеральных веществ.

У исследуемых животных регистрировали патологию отела (задержание последа) и новотельного пери-

ода (эндометрит, мастит). В первой группе коров отмечали клинически выраженную картину эндометрита и мастита в 33% случаев. Корреляционный анализ показателей крови и регистрируемого уровня патологии внутри группы показал связь между парами признаков: глюкоза — мастит при $r = -0,43$; билирубин — мастит ($r = 0,42$); кальций — эндометрит ($r = -0,46$); кальций — мастит ($r = -0,61^{***}$). Во второй группе животных в первые 10–14 дней после отела было зафиксировано 20% случаев задержания последа и 27% — эндометрита. При этом прослеживалась корреляционная связь между некоторыми биохимическими параметрами и уровнем регистрируемых заболеваний, в частности между гипоальбуминемией и задержанием последа ($r = -0,29$); гипоальбуминемией и эндометритом ($r = -0,36^*$); отрицательным белковым балансом и уровнем эндометрита ($r = -0,32$); гиперфосфатемией и эндометритом ($r = 0,31$).

Основываясь на достоверных результатах корреляционного анализа показателей крови стельных коров и уровней развития патологии в период отела и после, приходим к выводу, что минеральный дисбаланс во втором триместре, проявляющийся недостаточностью кальция, и низкий уровень альбуминовой фракции в третьем триместре негативно сказываются на способности организма к сопротивлению внешним и внутренним негативным факторам, тем самым повышая риски развития мастита (на 33%) и эндометрита (на 27%) в первые 10–14 дней после отела. Ряд исследователей в своих работах делают акцент на том, что гипокальциемия, гипоальбуминемия — это тревожный признак

для организма, особенно в период гестации, так как это один из параметров, указывающих на снижение устойчивости организма и повышение риска развития заболеваний репродуктивной системы и молочной железы [19, 20].

Выводы / Conclusion

Гомеостаз организма коров во время стельности весьма нестабилен, так как в этот период происходят изменения функционального состояния всех органов и систем, направленных на поддержание (обеспечение) жизнедеятельности и развитие будущего теленка. Поэтому животные этой физиологической категории наиболее чувствительны к нарушениям взаимосвязанных факторов норм кормления, функционирования систем и органов, что зачастую отрицательным образом отра-

жается на процессе родов и восстановлении организма после отела.

Снижение сыровороточных уровней кальция (на 18%) у коров на 5–6-м месяце стельности и альбуминов (на 53%) на 7–8-м месяце стельности увеличивает риски развития мастита на 33%, а эндометрита — на 27% в первые 10–14 дней после отела.

Выявлены биохимические параметры крови у коров с разными сроками стельности (кальций — $2,05 \pm 0,034$ ммоль/л, альбуминовая фракция — $12,7 \pm 2,31\%$, глюкоза — $2,20 \pm 0,299$ ммоль/л, билирубин — $10,7 \pm 2,94$ мкмоль/л на 5–6-м месяцах стельности; альбумины/глобулины — $0,17 \pm 0,014$, фосфор — $2,75 \pm 0,215$ ммоль/л на 7–8-м месяцах стельности), которые могут служить предикторами заболеваний родового и новотельного периодов.

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. Алимов А.М., Сайфутдинов Р.Ф., Микрюкова Е.Ю. Влияние Стимулина на физиологическое состояние и резистентность сухостойных коров и телят. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2017; 232: 5-8.
2. Иванюк В.П., Бобкова Г.Н. Взаимосвязь между состоянием сухостойных коров с субклиническим маститом и их потомством. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 2(84): 39-45.
3. Ramon Armengol, Lorenzo Fraile Descriptive study for culling and mortality in five high-producing Spanish dairy cattle farms (2006-2016). *Acta Vet Scand*. 2018; 60(1): 45. doi: 10.1186/s13028-018-0399-z.
4. Черненко В.В., Хотмирова О.В., Черненко Ю.Н. Методы диагностики и лечения мастита у коров. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; 4: 40-43.
5. Иванюк В.П., Бобкова Г.Н. Этиологические аспекты и разработка лечебных приемов при остром катаральном мастите у коров. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; 1(81): 136-139.
6. Keiichi HISAEDA, Tomoko KOSHIISHI, Ayuna SASAKI, Yasunori SHINOZUKA, Naoki ISOBE and Kazuhiro KAWAI Changes in ionized calcium concentration in the blood of dairy cows with peracute coliform mastitis. *J Vet Med Sci*. 2020; 82(4): 457-462. doi: 10.1292/jvms.19-0678.
7. Çolakoğlu H.E., Yazlık M.O., Pekcan M., Kaya U., Kaçar C., Vural M.R., Kurt S., Yıldırım M.M., Bas A., Küplülü Ş. Impact of prepartum body condition score loss on metabolic status during the transition period and subsequent fertility in Brown Swiss dairy cows. *Journal of Veterinary Research (Poland)*. 2019; 63(3): 375-382. doi: 10.2478/jvetres-2019-0039.
8. Лелевич, С.В., Воробьев В.В., Гриневич Т.Н. Клиническая лабораторная диагностика: учебное пособие СПб: Лань. 2018. 168 с.
9. Еримешин А.С., Тимаков А.В. Биохимические показатели адаптации коров разных пород в условиях Ярославской области. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2015; 4(32): 29-39.
10. Большаков Д.С., Никешина Т.Б. Биохимические показатели сыворотки крови сельскохозяйственных животных. *Ветеринария сегодня*. 2015; (4): 49-56.
11. Sun X., Tang Y., Jiang C. Luo s., Jia H., Xu Q., Zhao Ch., Liang Yu., Cao Zh., Shao G., Loo J., Xu Ch. Oxidative stress, NF-κB signaling, NLRP3 inflammasome, and caspase apoptotic pathways are activated in mammary gland of ketotic Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(1): 849-861.
12. Карашаев, М.Ф. Распространение анемии у телят. *Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук*. 2007; 1: 89-90.

REFERENCES

1. Alimov A.M., Sayfutdinov R.F., Mikryukova E.Yu. Influence of Stimulin on the physiological state and resistance of dry cows and calves. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine*. N.E. Bauman. 2017; 232: 5-8 (in Russian)
2. Ivanyuk V.P., Bobkova G.N. The relationship between the condition of dry cows with subclinical mastitis and their offspring. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2021; 2(84): 39-45. (in Russian)
3. Ramon Armengol, Lorenzo Fraile Descriptive study for culling and mortality in five high-producing Spanish dairy cattle farms (2006-2016). *Acta Vet Scand*. 2018; 60(1): 45. doi: 10.1186/s13028-018-0399-z.
4. Chernenok V.V., Khotmirova O.V., Chernenok Yu.N. Methods for the diagnosis and treatment of mastitis in cows. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020; 4: 40-43. (in Russian)
5. Ivanyuk V.P., Bobkova G.N. Etiological aspects and development of therapeutic techniques for acute catarrhal mastitis in cows. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2020; 1(81): 136-139. (in Russian)
6. Keiichi HISAEDA, Tomoko KOSHIISHI, Ayuna SASAKI, Yasunori SHINOZUKA, Naoki ISOBE and Kazuhiro KAWAI Changes in ionized calcium concentration in the blood of dairy cows with peracute coliform mastitis. *J Vet Med Sci*. 2020; 82(4): 457-462. doi: 10.1292/jvms.19-0678.
7. Çolakoğlu H.E., Yazlık M.O., Pekcan M., Kaya U., Kaçar C., Vural M.R., Kurt S., Yıldırım M.M., Bas A., Küplülü Ş. Impact of prepartum body condition score loss on metabolic status during the transition period and subsequent fertility in Brown Swiss dairy cows. *Journal of Veterinary Research (Poland)*. 2019; 63(3): 375-382. doi: 10.2478/jvetres-2019-0039.
8. Lelevich, S.V., Vorobyov V.V., Grinevich T.N. Clinical laboratory diagnostics: textbook SPb: Lan. 2018. 168 p. (in Russian)
9. Erimishin A.S., Timakov A.V. Biochemical indicators of adaptation of cows of different breeds in the conditions of the Yaroslavl region. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2015; 4(32): 29-39. (in Russian)
10. Bolshakov D.S., Nikesheina T.B. Biochemical values of blood sera from farm animals. *Veterinary Science Today*. 2015; (4): 49-56. (In Russian.)
11. Sun X., Tang Y., Jiang C. Luo s., Jia H., Xu Q., Zhao Ch., Liang Yu., Cao Zh., Shao G., Loo J., Xu Ch. Oxidative stress, NF-κB signaling, NLRP3 inflammasome, and caspase apoptotic pathways are activated in mammary gland of ketotic Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(1): 849-861.
12. Karashaev, M.F. The spread of anemia in calves. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2007; 1: 89-90. (In Russian.)

13. Скачков Д.В., Заболотных М.В., Конвай В.Д. Гипопластическая анемия у телят, рожденных от высокопродуктивных коров: механизмы развития, пути предотвращения. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2019; 1(237): 180-188.
14. Stemme K., Meyer U., Flachowsky G., Scholz H. The influence of an increased cobalt supply to dairy cows on the vitamin B12 status of their calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*. 2006. 90(3-4): 173-176. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00584.x.
15. Жариков Я.А., Канева Л.А. Взаимосвязь суточного удоя и биохимического статуса сыворотки крови коров. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2014; 2(39): 51-54
16. Рослый И.М., Водолажская М.Г., Чеглова И.А. Биохимические показатели крови в переводе на язык физиологии. *Вестник ветеринарии*. 2008; 1: 51-59.
17. Малкова Н.Н., Остякова М.Е., Щербинина С.А., Голайдо Н.С. Морфологический состав крови коров на фоне применения селен-содержащего и тканевого препаратов в условиях Амурской области. *Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2019;3(55):283-290.
18. Humann-Ziehank E. Selenium, copper and iron in veterinary medicine - From clinical implications to scientific models. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2016;37: 96-103. doi: 10.1016/j.jtemb.2016.05.009.
19. Bingbing Zhang, Han Guo, Wei Yang, Ming Li, Ying Zou, Juan J Looor, Cheng Xia, Chuang Xu Effects of ORAI calcium release-activated calcium modulator 1 (ORAI1) on neutrophil activity in dairy cows with subclinical hypocalcemia1. *J Anim Sci*. 2019;97(8):3326-3336. doi: 10.1093/jas/skz209.
20. Камышанов А.С. Изучение биохимических показателей крови коров в различные периоды лактации при заболевании маститом. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021;3(105):48-52.
13. Skachkov D.V., Zabolotnykh M.V., Konvay V.D. Hypoplastic anemia in calves born from highly productive cows: mechanisms of development, ways of prevention. *Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2019; 1(237): 180-188. (In Russian)]. doi: 10.31588/2413-4201-1883-237-1-180-188.
14. Stemme K., Meyer U., Flachowsky G., Scholz H. The influence of an increased cobalt supply to dairy cows on the vitamin B12 status of their calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*. 2006. 90(3-4): 173-176. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00584.x.
15. Zharikov Ya.A., Kaneva L.A. Interrelation of daily milk yield and biochemical status of blood serum of cows. *Agrarian science Euro-North-East*. 2014; 2(39): 51-54. (In Russian.)). doi: 10.30766/2072-9081.2014.39.2.51-54
16. Rosly I.M., Vodolazhskaya M.G., Cheglova I.A. Biochemical parameters of blood translated into the language of physiology. *Bulletin of Veterinary Medicine*. 2008;1:51-59. (In Russian.)
17. Malkova N.N., Ostyakova M.E., Shcherbinina S.A., Golaido N.S. Morphological composition of the blood of cows against the background of the use of selenium-containing and tissue preparations in the conditions of the Amur Region. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2019;3(55):283-290. (In Russian.). doi: 10.32786/2071-9485-2019-03-36.
18. Humann-Ziehank E. Selenium, copper and iron in veterinary medicine - From clinical implications to scientific models. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2016;37: 96-103. doi: 10.1016/j.jtemb.2016.05.009.
19. Bingbing Zhang, Han Guo, Wei Yang, Ming Li, Ying Zou, Juan J Looor, Cheng Xia, Chuang Xu Effects of ORAI calcium release-activated calcium modulator 1 (ORAI1) on neutrophil activity in dairy cows with subclinical hypocalcemia1. *J Anim Sci*. 2019;97(8):3326-3336. doi: 10.1093/jas/skz209.
20. Kamyshanov A.S. The study of biochemical parameters of the blood of cows in different periods of lactation with mastitis. *International research journal*. 2021;3(105):48-52. (In Russian). doi: 10.23670/IRJ.2021.105.3.033.

ОБ АВТОРАХ:

Надежда Николаевна Малкова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, отдел инновационных методов диагностики и терапии, морфологии и патологии Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ул. Северная, 112, Благовещенск, Амурская обл., 675005, Российская Федерация
E-mail: mnn.1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2061-745x>

Марина Евгеньевна Остякова, доктор биологических наук, доцент, директор Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ул. Северная, 112, Благовещенск, Амурская обл., 675005, Российская Федерация
E-mail: most-68@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2996-0991>

Светлана Алексеевна Щербинина, младший научный сотрудник, отдел инновационных методов диагностики и терапии, морфологии и патологии Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ул. Северная, 112, Благовещенск, Амурская обл., 675005, Российская Федерация
E-mail: s-shherbinina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2262-540x>

Вера Константиновна Ирхина, научный сотрудник, отдел инновационных методов диагностики и терапии, морфологии и патологии Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, ул. Северная, 112, Благовещенск, Амурская обл., 675005, Российская Федерация
E-mail: irkhin83@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4553-7189>

ABOUT THE AUTHORS:

Nadezhda Nikolaevna Malkova, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of innovative methods of diagnostics and therapy, morphology and pathology Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, 112 Severnaya str., Blagoveshchensk, Amur region, 675005, Russian Federation
E-mail: mnn.1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2061-745x>

Marina Evgenievna Ostyakova, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Director Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, 112 Severnaya str., Blagoveshchensk, Amur region, 675005, Russian Federation
E-mail: most-68@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2996-0991>

Svetlana Alekseevna Shcherbinina, Junior Researcher, Department of innovative methods of diagnostics and therapy, morphology and pathology Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, 112 Severnaya str., Blagoveshchensk, Amur region, 675005, Russian Federation
E-mail: s-shherbinina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2262-540x>

Vera Konstantinovna Irkhina, Researcher, Department of innovative methods of diagnostics and therapy, morphology and pathology Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, 112 Severnaya str., Blagoveshchensk, Amur region, 675005, Russian Federation
E-mail: irkhin83@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4553-7189>

В.Г. Семенов¹, ✉
В.Г. Тюрин²,
Е.П. Симурзина¹,
Д.А. Никитин¹,
А.В. Лузова¹,
Н.И. Морозова³,
Ф.А. Мусаев³,
Р.В. Михайлова¹,
А.С. Тихонов¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Российская Федерация

³ Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Рязань, Российская Федерация

✉ semenov_v.g@list.ru

Поступила в редакцию:
01.08.2022

Одобрена после рецензирования:
15.10.2022

Принята к публикации:
28.10.2022

Vladimir G. Semenov¹, ✉
Vladimir G. Tyurin²,
Elena P. Simurzina¹,
Dmitry A. Nikitin¹,
Anna V. Luzova¹,
Nina I. Morozova³,
Farrukh A. Musaev³,
Renata V. Michailova¹,
Anatoliy S. Tikhonov¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences", Moscow, Russian Federation

³ Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russian Federation

✉ semenov_v.g@list.ru

Received by the editorial office:
01.08.2022

Accepted in revised:
15.10.2022

Accepted for publication:
28.10.2022

Профилактика субклинических форм кетоза и гипокальциемии молочных коров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На фоне стресса и высокой физиологической нагрузки коровы испытывают дефицит энергии, потребность в которой возрастает в разы по сравнению с сухостойным периодом, в связи с этим их организм вынужден использовать запасы жировой ткани. Важными являются своевременная профилактика и мониторинг статуса коров в транзитный период.

Методы. Методология работы заключалась в исследовании эффективности применения иммуностимулирующих препаратов PS-2, Prevention-N-E и ПДЭ + Е-селен. Для проведения научных исследований были подобраны 4 группы глубокоостельных коров голштинизированной черно-пестрой породы по 10 животных в каждой. Сухостойным коровам 1-й и 2-й опытных групп применяли внутримышечно препараты PS-2 и Prevention-N-E в дозе 10,0 мл трижды (за 40, 20 и 10 суток до отела), животным 3-й опытной группы подкожно вводили тканевой препарат ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) в дозе 20,0 мл и внутримышечно — комплексный минерально-витаминный препарат Е-селен в дозе 10,0 мл за 20 суток до отела. Животным контрольной группы биопрепараты не применялись.

Результаты. Проведен анализ распространенности послеродовых нарушений обмена веществ: клинически выраженная гипокальциемия наблюдалась у 5,9% поголовья новотельных коров, кетоз — у 11,6%, субклиническая гипокальциемия — у 17,7%, а скрытая форма кетоза — у 22,7%. Биопрепараты PS-2 и Prevention-N-E оказывают корректирующее действие на синтез аминотрансфераз, минеральный и углеводный обмен, усвояемость макроэлементов, на фоне чего сокращается количество новотельных коров с субклиническими формами кетоза и гипокальциемии в 2 раза.

Ключевые слова: коровы, профилактика, кетоз, гипокальциемия, PS-2, Prevention-N-E

Для цитирования: Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Симурзина Е.П., Никитин Д.А., Лузова А.В., Морозова Н.И. и др. Профилактика субклинических форм кетоза и гипокальциемии молочных коров. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 29–35. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-29-35>

© Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Симурзина Е.П., Никитин Д.А., Лузова А.В., Морозова Н.И., Мусаев Ф.А., Михайлова Р.В., Тихонов А.С.

Prevention of subclinical forms of ketosis and hypocalcemia in dairy cows

ABSTRACT

Relevance. Against the background of stress and high physiological load, cows experience a lack of energy, the need for which increases many times over in comparison with the dry period, in connection with this, their body is forced to use the reserves of adipose tissue. It is important to timely prevent and monitor the status of cows during the transition period.

Methods. The methodology of the work was to study the effectiveness of the use of immunostimulating drugs PS-2, Prevention-N-E and PDE + E-selen. For scientific research, 4 groups of down-calving cows of the Holsteinized Black-and-White breed were selected, 10 animals each. Dry cows of the 1st and 2nd experimental groups received PS-2 and Prevention-N-E intramuscularly at a dose of 10.0 ml three times (40, 20 and 10 days before calving), animals of the 3rd experimental group were injected subcutaneously with tissue preparation PDE (denatured emulsified placenta) at a dose of 20.0 ml and intramuscularly — with a complex mineral and vitamin preparation E-selen at a dose of 10.0 ml 20 days before calving. Biological preparations were not used in animals of the control group.

Results. An analysis was made of the prevalence of postpartum metabolic disorders: clinically pronounced hypocalcemia was observed in 5.9% of the newly-calved cows, ketosis — in 11.6%, subclinical hypocalcemia — in 17.7%, and a latent form of ketosis — in 22.7%. Biological preparations PS-2 and Prevention-N-E have a corrective effect on the synthesis of aminotransferases, mineral and carbohydrate metabolism, digestibility of macronutrients, against which background the number of newly-calved cows with subclinical forms of ketosis and hypocalcemia is reduced by 2 times.

Key words: cows, prevention, ketosis, hypocalcemia, PS-2, Prevention-N-E

For citation: Semenov V.G., Tyurin V.G., Simurzina E.P., Nikitin D.A., Luzova A.V., Morozova N.I. et al. Prevention of subclinical forms of ketosis and hypocalcemia in dairy cows. Agrarian science. 2022; 364 (11): 29–35. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-29-35> (In Russian).

© Semenov V.G., Tyurin V.G., Simurzina E.P., Nikitin D.A., Luzova A.V., Morozova N.I., Musaev F.A., Michailova R.V., Tikhonov A.S., Semenov A.A.

Введение / Introduction

Получение животноводческой продукции от здорового поголовья является основной целью всей отрасли скотоводства. Интенсификация животноводства сопровождается активным внедрением современных технологий содержания, кормления и эксплуатации. Однако в последние годы отмечается сокращение сроков хозяйственного использования высокопродуктивных коров, снижение воспроизводительных способностей и рост количества заболеваний животных, прежде всего связанных с нарушением обмена веществ.

Максимальные отклонения биохимических показателей крови высокопродуктивных коров отмечены именно в период транзита и раздоя. На фоне нарушения углеводного, липидного и белкового обмена повышается риск возникновения гепатозов и заболеваний репродуктивных органов [1–3].

После отела коровы имеют состояние лактационной доминанты, то есть все обменные процессы направлены на образование молока. На фоне стресса и высокой физиологической нагрузки коровы испытывают дефицит энергии, потребность в которой возрастает в разы по сравнению с сухостойным периодом, в связи с этим их организм вынужден использовать запасы жировой ткани. Таким образом, за сутки почти 1000 г резервных липидов отправляется на синтез молока [4, 5].

Исследования Martens Н. [6] свидетельствуют о распространенности метаболических нарушений у высокопродуктивных коров. Кетозу подвергаются 20–80% дойного стада. Коровы, имеющие удой за 305 дней лактации свыше 8000 кг, отличаются довольно низкими приспособительными реакциями организма, поэтому даже в благоприятных условиях содержания, кормления и эксплуатации они подвержены метаболическим расстройствам. Наиболее опасной считается субклиническая форма кетоза, которая возникает в первые недели после отела, а при отсутствии ранней диагностики и лечения может принести значительные убытки, так как продуктивность коров падает на 1–3 кг молока в сутки [7].

Клинический и субклинический кетоз сопровождаются низкой выработкой молока, более низкой репродуктивной способностью (снижение оплодотворяемости на 9–16%), а также считаются шлюзовым состоянием для других метаболических и инфекционных нарушений, таких как метрит, мастит и смещение сычуга, следовательно, приводят к вынужденной выбраковке [8–10]. Экономические потери, связанные с кетозом, вынуждают специалистов принимать более обоснованные решения относительно профилактики и терапии заболевания.

Сегодня к одному из главных актуальных вопросов в животноводстве относят высокий уровень выбытия молочных коров по причине нарушения фосфорно-кальциевого обмена, который приводит к дегенеративным изменениям во внутренних органах [11, 12]. Изучение этиологических факторов послеродовой гипокальциемии в современном молочном животноводстве является важнейшей задачей в системе профилактики нарушений фосфорно-кальциевого обмена [13, 14].

Таким образом, важными являются своевременная профилактика и мониторинг клинического и биохимического статуса коров в транзитный период, преимущественно после отела, для ранней диагностики кетоза и гипокальциемии; поэтому они представляют интерес для ветеринарных специалистов [15].

Цель настоящей работы — нормализация обмена веществ новотельных коров препаратами PS-2 и Prevention-N-E, разработанными и апробированными

нами, а также препаратов ПДЭ и Е-селеном, применяемых в ветеринарной практике Республики Чувашия.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-производственный эксперимент проведен в цехе животноводства АО «Агрофирма «Ольдеевская» Республики Чувашия, Россия, а обработка полученных данных произведена на базе Чувашской республиканской ветеринарной лаборатории Госветслужбы Чувашии и лабораторий Чувашского государственного аграрного университета.

В ходе эксперимента определяли влияние биопрепаратов PS-2, «Prevention-N-E и ПДЭ+Е-селен на физиологическое состояние организма, заболеваемость и биохимический профиль крови коров. Для проведения научных исследований были подобраны 4 группы глубоководных коров голштинизированной черно-пестрой породы по 10 животных в каждой. Сухостойным коровам 1-й и 2-й опытных групп применяли внутримышечно препараты соответственно PS-2 и Prevention-N-E в дозе 10,0 мл трижды (за 40, 20 и 10 суток до отела), животным 3-ей опытной группы подкожно вводили тканевой препарат ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) в дозе 20,0 мл и внутримышечно — комплексный минерально-витаминный препарат Е-селен в дозе 10,0 мл за 20 суток до отела. Животным контрольной группы биопрепараты не применялись.

ПДЭ — биогенный стимулятор из плаценты, в состав которого входят биологически активные вещества, в том числе аминокислоты, витамины, микро- и макроэлементы, липиды, белки и цитокины. Имеет вид эмульсии кремового оттенка с характерным запахом. Оказывает выраженное противовоспалительное действие, активизирует репаративные процессы, улучшает метаболизм, стимулирует функцию системы воспроизводства у животных, повышает неспецифические защитные силы организма. Организация-разработчик — ООО «МНПК Биотехиндустрия», г. Москва, Россия [16].

Е-селен — лекарственный ветеринарный препарат, представляет собой раствор для внутримышечных инъекций. Действующими веществами являются натрия селенит и ацетат токоферола, а в качестве вспомогательных компонентов использованы солютол HS 15, спирт и вода. Организация-разработчик — ООО «Нита-Фарм», г. Саратов, Россия [17].

PS-2 — монокомпонентный биопрепарат для стимуляции неспецифической резистентности животных, имеет вид водной суспензии, которая содержит полисахаридный комплекс дрожжевых клеток, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением производного бензимидазола. На препарат PS-2 получен патент РФ на изобретение № 2332214, он зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 27.08.2008. Организация-разработчик — Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия [18].

Prevention-N-E — комплексный препарат для стимуляции неспецифической резистентности организма, реализации воспроизводительных качеств коров и продуктивного потенциала телят в виде водной суспензии с дрожжевыми полисахаридами *Saccharomyces cerevisiae* и производным бензимидазола, также для подавления жизнедеятельности бактерий в препарат включен макролидный антибиотик. На препарат Prevention-N-E получен патент РФ на изобретение № 2737399, он зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 30.11.2020. Организация-разработчик — Чувашский

Таблица 1. Рацион коров по группам

Table 1. Ration of cows by groups

Группа коров	Сухостой	Транзит (21 день до отела)	После отела
Продуктивность, кг	0	0	28
Вес рациона, кг	29,71	33,49	44,23
Корм	-	-	-
1. Солома ячменная	4	3,6	0,2
2. Сено луговое	3,8	-	0,5
3. Силос люцерновый	12,5	-	8
4. Кукурузный силос	6	23	19
5. Ячмень, зерно	-	0,8	5,3
6. Рапсовый шрот	0,7	2,9	2,5
7. Пивная дробина	-	3	7
8. Патока	-	-	1
9. Оптиген	-	-	0,06
10. Кормовой известняк	-	-	0,19
11. Кормовая соль	0,02	-	0,1
12. Сода, бикарбонат	-	-	0,09
13. МКП Сухостой, 17 г	0,09	-	-
14. МКП Отел, 18 г	-	0,09	0,07
15. МКП Лактация, 18 г	-	-	0,07
16. Целлобактерин	-	-	-
17. Сапросорб	0,1	0,1	0,15
18. Вода	2,5	-	-
Сухое вещество			
грамм	13031	15636	18141
%	43,86	40,72	41,01

Таблица 2. Распространенность родовых и послеродовых заболеваний коров в хозяйстве

Table 2. The prevalence of labor and postpartum diseases of cows

Наименование	Год					
	2019		2020		2021	
Коров исследовано, всего	360 гол.	100%	459 гол.	100%	523 гол.	100%
Маститы	88	24,5	130	28,2	149	28,5
Задержание последа	22	6,1	35	7,7	43	8,2
Послеродовой парез	17	4,7	24	5,2	31	5,9
Субинволюция матки	83	23,1	110	24,0	132	25,2
Эндометрииты	76	21,1	112	24,4	141	27,0
Патологии яичников	59	16,4	78	17,0	97	18,5
Персистентное желтое тело	25	6,9	34	7,4	41	7,8
Субклинический кетоз	42	11,6	68	14,8	97	18,5
Субклиническая гипокальциемия	35	9,8	55	12,0	92	17,7

государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия [19].

Научно-исследовательскую работу выполняли с использованием зооигиенических, клинико-физиологических, зоотехнических, гематологических методов.

Учет молочной продуктивности анализировали в автоматизированной системе «Селэкс. Молочный скот».

Для подтверждения или исключения кетоза исследовали кровь животных. Определение содержания бета-гидроксibuтирата (BHB) в коров крови новотельных осуществляли на 5-е сутки после отела с помощью компактного прибора «WellionVet BELUA» (MED TRUST Handelsges.m.b.H. AUSTRIA).

Уровень АЛТ, АСТ, глюкозы, кальция, фосфора, щелочного резерва определяли с помощью автоматического биохимического и иммуноферментного анализатора «Chem Well Combo».

Обработка цифрового материала на достоверность различия сравниваемых показателей ($P < 0,05-0,001$) проведена методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Рационы новотельных коров в группах сухостоя, транзита и доения соответствуют нормам и обеспечивают организм необходимым количеством питательных веществ, энергии, витаминов, макро- и микроэлементов.

Таким образом, суточный рацион для сухостойных коров весом 600 кг включал солому ячменную (4,0 кг), сено луговое (3,8 кг), силос люцерновый (12,5 кг), кукурузный силос (6,0 кг), рапсовый шрот (0,7 кг), соль кормовую (0,02 кг), МКП (0,09 кг). За 21 день до предполагаемой даты отела коров переводят на более богатый энергией рацион, вводят 0,8 кг зерна ячменя, 3,0 кг пивной дробины, увеличивают количество кукурузного силоса до 23,0 кг и рапсового шрота — до 2,9 кг, исключают сено луговое и люцерновый сенаж. С целью предотвращения отрицательного энергетического баланса новотельным коровам в срочном порядке повышают общий вес рациона до 44,23 кг, вводя люцерновый силос и увеличивая подачу остальных компонентов моносмеси (табл. 1).

Таблица 3. Биохимические показатели крови сухостойных и новотельных коров

Table 3. Biochemical parameters of blood of dry and fresh cows

Показатель	Сроки наблюдения, сут.		Группа животных				Норма
	до отела	после отела	контрольная	1-я опытная (PS-2)	2-я опытная (Prevention-N-E)	3-я опытная (ПДЭ+Е-селен)	
Общий кальций, ммоль/л	15–10 10–5	5	2,27±0,07	2,40±0,05	2,46±0,04	2,50±0,07	2,1–3,8
			2,12±0,05	2,32±0,06	2,40±0,03	2,39±0,03	
			2,06±0,04	2,28±0,06*	2,33±0,07	2,30±0,05*	
Неорганический фосфор, ммоль/л	15–10 10–5	5	1,42±0,07	1,55±0,03	1,54±0,07	1,54±0,07	1,45–2,0
			1,39±0,08	1,61±0,05*	1,63±0,06	1,63±0,05*	
			1,45±0,08	1,67±0,04	1,70±0,06*	1,68±0,04	
Щелочной резерв, об% CO ₂	15–10 10–5	5	47,5±0,84	50,2±0,86	49,8±0,78	50,0±1,07	46,0–66,0
			46,8±1,12	49,7±1,24	49,8±1,03	49,5±1,22	
			46,2±1,20	49,5±1,10	49,6±1,16	49,2±0,94	
Глюкоза, ммоль/л	15–10 10–5	5	1,75±0,10	1,82±0,12	1,77±0,05	1,90±0,16	2,0–3,5
			1,86±0,14	1,98±0,08	2,00±0,12*	2,02±0,08	
			2,00±0,07	2,38±0,10*	2,45±0,09*	2,32±0,08*	
АЛТ, Ед/л	15–10 10–5	5	62,47±2,03	57,15±3,87	54,54±3,09	53,44±3,10	7–35
			61,25±2,98	52,58±2,09	46,05±1,98	49,06±2,83*	
			58,12±1,93	47,32±2,10*	42,10±3,11*	46,23±3,95*	
АСТ, Ед/л	15–10 10–5	5	122,18±3,85	107,50±5,55	100,36±4,68	116,12±4,66	45–110
			128,46±5,08	110,93±5,32	105,30±4,04	122,13±3,82	
			133,34±4,64	116,12±4,05	108,12±4,10*	124,22±5,03*	
ВНВ, ммоль/л	15–10 10–5	5	1,3±0,38	0,9±0,42	0,8±0,43	1,0±0,34	0,1–1,3
			1,4±0,33	1,1±0,38	1,1±0,21	1,3±0,18	
			1,7±0,21	1,3±0,09	1,2±0,17	1,4±0,52	
Коров с субклиническим кетозом, гол.	-	-	4	2	2	2	
Коров с субклинической гипокальциемией, гол.	-	-	4	3	2	2	

Примечание: * — P < 0,05

При этом после отела корове в срочном порядке предлагается энергетический напиток (40,0 л) с растворенными в нем 200 г соли, 50 г целлобактерина, 300 г пропиленгликоля, 100 г соды. Данная процедура необходима для восполнения энергии коров после отела и профилактики смещения сычуга, кетоза.

Акушерско-гинекологические патологии на протяжении последних трех лет являлись наиболее распространенными — это маститы (24,5–28,5%), эндометриты (21,1–27,0%) и субинволюция матки (23,1–25,2%). Задержание последа встречалось у 6,1–8,2% коров, патологии яичников выявлены у 16,4–18,5% коров, при этом чаще регистрируется гипофункция яичников — 8,7–11,6%, персистентное желтое тело отмечено у 6,9–7,8% коров, а вестибуло-вагиниты — у 16,4–18,2%.

Мы установили, что в 2021 году распространенность клинического течения послеродовой гипокальциемии на базе исследуемого хозяйства была 5,9% (таблица 2). Кроме этого, у 17,7% поголовья новотельных коров наблюдалась субклиническая гипокальциемия. Большое количество больных данной патологией коров повлияло на проведение дальнейших исследований по распространению болезней, которые развиваются на фоне гипокальциемии, и поиска этиологических аспектов сокращения показателя кальция в крови коров после отела.

К числу параметров, которые характеризуют динамику минерального обмена, относится концентрация неорганического фосфора в сыворотке крови. В группе контроля отмечено снижение концентрации этого макроэлемента, а в опытных — уровень данного показателя находился в пределах референсных значений и имел тенденцию к росту в течение всего опыта. После отела важно контролировать уровень кальция в сыворотке крови коров. У коров контрольной группы отмечена послеродовая гипокальциемия, в то время как у коров 1-й, 2-й и 3-й опытных групп показатель оставался в пределах нормы и превосходил контрольных животных на 0,22 ммоль/л, 0,27 и 0,24 ммоль/л соответственно. Полученные результаты доказывают стимулирующее воздействие биопрепаратов на минеральный обмен организма и усвояемость макроэлементов.

Щелочной резерв на протяжении всего исследования находился в пределах физиологических значений и имел тенденцию к снижению в крови всех групп. При этом, несмотря на более низкий уровень щелочного резерва в крови контрольных коров относительно опытных, достоверно значимых показателей между группами за весь период наблюдения не было выявлено.

Гипогликемия — один из основных клинических признаков кетоза. Данное состояние характеризуется низким уровнем глюкозы в сыворотке крови, что и наблюда-

Таблица 4. Содержание ВНВ в крови новотельных коров

Table 4. The content of ВНВ in the blood of newborn cows

Концентрация бета-гидроксибутирата, ммоль/л																						
>1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	<3,0	
Количество животных																						
263	8	3	2	2	9	5	-	12	1	10	-	6	4	17	1	1	2	5	-	3	46	

лось у подопытных животных. У всех животных данный показатель был ниже нормативных значений (2,0–3,5 ммоль/л): в контроле — на 14,3%, в 1-й опытной группе — на 9,8%, во 2-й — на 13% и в 3-й — на 5%. В период исследований отмечается увеличение концентрации глюкозы у всех животных, что объясняется мобилизацией энергетических резервов организма в напряженный период; следует отметить, что в контроле исследуемый показатель возрастал на 14%, а в опытных группах — на 22–38%, достигая максимальных значений на 14-е сутки исследования при применении комплексного биопрепарата Prevention-N-E.

Низкий уровень кальция может снизить чувствительность иммунных клеток к патогенным раздражителям, тем самым увеличивая вероятность развития инфекционных заболеваний, таких как мастит и эндометрит. Возможно уменьшение сокращения гладких мышц пищеварительного тракта, приводящее к угнетению подвижности рубца и сычуга. Когда концентрация кальция в сыворотке крови молочного крупного рогатого скота менее 2 ммоль/л и проявляются клинические признаки, то, как правило, говорят о клинической форме гипокальциемии. Если концентрация кальция в сыворотке крови выше 1,7 ммоль/л и меньше 2,2 ммоль/л, при отсутствии явных клинических симптомов, дойный скот оценивается как больной субклинической формой гипокальциемии.

Таким образом, применение биопрепаратов PS-2, Prevention-N-E и ПДЭ с Е-селен глубокоостельным коровам способствует оптимизации обменных процессов в организме и снижает риск возникновения субклинического кетоза и гипокальциемии в 2 раза, по сравнению с животными, которым профилактики не проводилось.

Увеличение уровня аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) крови коров до и после отела является сигналом о протекающих патологических процессах в печени и сердце.

Так, в рамках опыта мы наблюдали повышение активности АСТ в сыворотке крови коров опытных групп на 7–10%. Апробировавшиеся в ходе исследований биопрепараты способствовали нормализации уровня изучаемой аминотрансферазы. К завершению наблюдения активность аспартатаминотрансферазы у животных опытных групп была ниже, чем в контроле, на 13–19%. Показатель аланинаминотрансферазы у 1-й, 2-й и 3-й опытных групп на начальном этапе эксперимента превышал нормативные значения на 33–38%, что характеризует жировое поражение печени. На фоне инъекций биопрепаратов на 5-е сутки после отела выявлено кор-

ректирующее действие, что проявлялось сокращением количества АЛТ в опытных группах на 13–22% по сравнению с контролем. При этом у коров контрольной группы данный показатель не имел тенденции к значительному снижению.

Для начальной стадии кетоза характерно наличие кетонных тел в крови, моче и молоке, что и наблюдалось у животных на 5–10-й день после отела. В целях определения распространенности патологии был проведен анализ заболеваемости данной патологией всего дойного стада за 2021 год, то есть 400 голов.

Согласно полученным данным (таблица 4), установлено, что уровень концентрации бета-гидроксибутирата у новотельного поголовья находится в широком диапазоне значений. У 65,7% коров уровень ВНВ был ниже 1,1 ммоль/л, 34,3% дойного стада имели проблемы с обменом веществ различной степени. 22,7% коров имели субклиническую форму кетоза, остальные 11,6% — клинически выраженную форму.

Таким образом, можно утверждать, что у основной массы коров кетоз протекает в субклинической форме, с показателем бета-гидроксибутирата в крови преимущественно в диапазоне 1,5–2,4 ммоль/л. При этом в 2021 году среди подверженных кетозу коров преобладают первотёлки — 6%, а новотельных коров второй и третьей лактации — 5,5%.

Выводы / Conclusion

Согласно результатам исследований крови коров, препараты PS-2 и Prevention-N-E способствуют активизации минерального обмена организма, улучшают усвояемость макроэлементов, а также повышают уровень глюкозы. Такое действие биопрепараты оказывают благодаря последовательным процессам активизации выработки тропных гормонов, участвующих в обменных процессах в организме.

Установлено, что клиническая форма кетоза выявлена у 11,6% коров, а субклиническая — у 22,7%. Таким образом, субклиническая форма кетоза встречается чаще, чем клиническая, и поражает до 23% новотельных коров.

У коров со скрытой формой кетоза установлено достоверное увеличение активности аминотрансфераз в сыворотке крови, что служит сигналом начальных повреждений печеночной ткани. При этом апробируемые нами препараты оказывали нормализующее воздействие на синтез АСТ и АЛТ.

С целью профилактики нарушений обмена веществ новотельных коров целесообразно применять биопрепараты нового поколения серии PS, Prevention и ПДЭ.

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. Garro C., Mian L., Roldán M. Subclinical ketosis in dairy cows: Prevalence and risk factors in grazing production system. *J Anim Physiol a Anim Nutr.* 2013; 98. doi:10.1111/jpn.12141.
2. Olagaray K, Sivinski S, Saylor B, et al. Impact of saccharomyces cerevisiae fermentation product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports.* 2018; 4. doi:10.4148/2378-5977.7711.
3. Semenov VG, Simurzina EP, Kondruchina SG. Influence of biopreparations on the postnatal period of highly productive cows *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 5:012-041. doi:10.1088/1755-1315/935/1/012041.
4. Deli B, Belic B, Cincovic Metabolic adaptation in first week after calving and early prediction of ketosis type I and II in dairy cows. *Large Animal Review.* 2020; 26:51-55.
5. Ježek, J et al. Beta-hydroxybutyrate in milk as screening test for subclinical ketosis in dairy cows *Polish journal of veterinary sciences.* 2017; 20(3):507-512. doi:10.1515/pjvs-2017-0061.
6. Martens H. Ketose und die (Homeorhetische) Regulation des Energiestoffwechsels *Nutztierpraxis Aktuell.* 2013; 52-56.
7. Antanaitis R et al. Biomarkers from automatic milking system as an indicator of subclinical acidosis and subclinical ketosis in fresh dairy cows. *Polish journal of veterinary sciences.* 2019; 22(4):685-693. doi:10.24425/pjvs.2019.129981.
8. Gorton M, White J, Dries D, A Ignat, G Sardaryan 2007 Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS. *Eurasian geography and economics* 48(6): 733-747.
9. Albaaj A, Jattiot M, Manciaux L et al. Hyperketolactia occurrence before or after artificial insemination is associated with a decreased pregnancy per artificial insemination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2019; 102:8527-8536.
10. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine.* 2020; 175:1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857.
11. Pascottini OB, LeBlanc SJ Modulation of immune function in the bovine uterus peripartum. *Theriogenology.* 2020; 150:193-200. doi:10.1016/j.theriogenology.2020.01.042
12. Fiorentin E., Zanovello, Solange et al. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows from western Santa Catarina state, Brazil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira.* 2018; 38. doi:10.1590/1678-5150-PVB-5156.
13. Du Xiliang. Elevated Apoptosis in the liver of dairy cows with ketosis. *Cellular physiology and biochemistry: international journal of experimental cellular physiology, biochemistry, and pharmacology.* 2017; 43(2):568-578. doi:10.1159/000480529.
14. Bhanugopan M.S., Fulkerson W.J., Fraser D.R., Hyde M., Mcneill D.M. Carryover effects of potassium supplementation on calcium homeostasis in dairy cows at parturition. *Journal of dairy science.* 2010; 93 (5): 2119-2129
15. Peter AT, Bosu WT 1988 Relationship of uterine infections and folliculogenesis in dairy cows during early puerperium *Theriogenology.* 1988; 3 (6): 1045-1051.
16. Воробьева Т. И., Любимов Ю. И., Сушенцов. В. А. Патент РФ № 2033797;1995
17. ООО «НИТА-ФАРМ». Инструкция по применению лекарственного препарата Е-селен. Москва. URL: <https://www.nita-farm.ru/produksiya/e-selen/instruktsiya/?ysclid=la6mdtmd4893325154> (дата обращения 01.05.2022).
18. Петрянкин Ф. П., Кириллов Н. К., Петрова О. Ю. Патент РФ № 2332214 C1;2008
19. Семенов В. Г., Никитин Д. А., Баймуханов Д. А. и др. Патент РФ № 2737399 C1; 2020

ОБ АВТОРАХ:

Владимир Григорьевич Семенов,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии
Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>
Владимир Григорьевич Тюрин,
доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией зоогигиены и охраны окружающей среды
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», д. 5, Звенигородское шоссе, Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: potyemkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

REFERENCES

1. Garro C., Mian L., Roldán M. Subclinical ketosis in dairy cows: Prevalence and risk factors in grazing production system. *J Anim Physiol a Anim Nutr.* 2013; 98. doi:10.1111/jpn.12141.
2. Olagaray K, Sivinski S, Saylor B, et al. Impact of saccharomyces cerevisiae fermentation product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports.* 2018; 4. doi:10.4148/2378-5977.7711.
3. Semenov VG, Simurzina EP, Kondruchina SG. Influence of biopreparations on the postnatal period of highly productive cows *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021; 5:012-041. doi:10.1088/1755-1315/935/1/012041.
4. Deli B, Belic B, Cincovic Metabolic adaptation in first week after calving and early prediction of ketosis type I and II in dairy cows. *Large Animal Review.* 2020; 26:51-55.
5. Ježek, J et al. Beta-hydroxybutyrate in milk as screening test for subclinical ketosis in dairy cows *Polish journal of veterinary sciences.* 2017; 20(3):507-512. doi:10.1515/pjvs-2017-0061.
6. Martens H. Ketose und die (Homeorhetische) Regulation des Energiestoffwechsels *Nutztierpraxis Aktuell.* 2013; 52-56.
7. Antanaitis R et al. Biomarkers from automatic milking system as an indicator of subclinical acidosis and subclinical ketosis in fresh dairy cows. *Polish journal of veterinary sciences.* 2019; 22(4):685-693. doi:10.24425/pjvs.2019.129981.
8. Gorton M, White J, Dries D, A Ignat, G Sardaryan 2007 Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS. *Eurasian geography and economics* 48(6): 733-747.
9. Albaaj A, Jattiot M, Manciaux L et al. Hyperketolactia occurrence before or after artificial insemination is associated with a decreased pregnancy per artificial insemination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2019; 102:8527-8536.
10. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine.* 2020; 175:1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857.
11. Pascottini OB, LeBlanc SJ Modulation of immune function in the bovine uterus peripartum. *Theriogenology.* 2020; 150:193-200. doi:10.1016/j.theriogenology.2020.01.042
12. Fiorentin E., Zanovello, Solange et al. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows from western Santa Catarina state, Brazil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira.* 2018; 38. doi:10.1590/1678-5150-PVB-5156.
13. Du Xiliang. Elevated Apoptosis in the liver of dairy cows with ketosis. *Cellular physiology and biochemistry: international journal of experimental cellular physiology, biochemistry, and pharmacology.* 2017; 43(2):568-578. doi:10.1159/000480529.
14. Bhanugopan M.S., Fulkerson W.J., Fraser D.R., Hyde M., Mcneill D.M. Carryover effects of potassium supplementation on calcium homeostasis in dairy cows at parturition. *Journal of dairy science.* 2010; 93 (5): 2119-2129
15. Peter AT, Bosu WT 1988 Relationship of uterine infections and folliculogenesis in dairy cows during early puerperium *Theriogenology.* 1988; 3 (6): 1045-1051.
16. Vorobieva T. I., Lyubimov Yu. I., Sushentsov V. A. Patent RF No. 2033797 C1 ;1995 (in Russian)
17. NITA-PHARM LLC. Instructions for use of the drug E-selenium. Moscow. URL: <https://www.nita-farm.ru/produksiya/e-selen/instruktsiya/?ysclid=la6mdtmd4893325154> (accessed 05/01/2022). (in Russian)
18. Petryankin F. P., Kirillov N. K., Petrova O. Yu.. Patent RF No. 2332214 C1; 2008 (in Russian)
19. Semenov V. G., Nikitin D. A., Baimukanov D. A. and oth. Patent RF No. 2737399 C1; 2020 (in Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Grigoryevich Semenov,
Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy
Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>
Vladimir Grigorievich Tyurin,
Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Head of the Laboratory of Zoohygiene and Environmental Protection
All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», 5, Zvenigorodskoe Highway, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: potyemkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0153-9775>

ОБ АВТОРАХ:

Симурзина Елена Павловна,

кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры морфологии, акушерства и терапии

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, д. 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: gr92gra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3539-7808>

Дмитрий Анатольевич Никитин,

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: nikitin_d_a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4765-8742>

Анна Вячеславовна Лузова,

ассистент кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса д. 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: annuutochka1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8584-7205>

Нина Ивановна Морозова,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ул. Костычева, д. 1, г. Рязань, Рязанская область, 390044, Российская Федерация

E-mail: morozova@rgatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8414-4890>

Фаррух Атауллович Мусаев,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, ул. Костычева, д. 1, г. Рязань, Рязанская область, 390044, Российская Федерация

E-mail: musaev@rgatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0581-1377>

Рената Васильевна Михайлова,

доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой общеобразовательных дисциплин

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса д. 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: mihailova.r.v@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8987-8968>

Анатолий Сергеевич Тихонов,

доктор философских наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин

Чувашский государственный аграрный университет, д. 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: tihonov.an.s@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2382-8719>

ABOUT THE AUTHORS:

Simurzina Elena Pavlovna

Candidate of Veterinary Sciences, Assistant of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy

Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: gra92gra@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3539-7808>

Dmitry Anatolyevich Nikitin,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: nikitin_d_a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4765-8742>

Anna Vyacheslavovna Luzova,

Assistant of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: annuutochka1@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8584-7205>

Nina Ivanovna Morozova,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1, Kostycheva str., Ryazan, Ryazan region, 390044, Russian Federation

E-mail: morozova@rgatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8414-4890>

Farrukh Ataullahovich Musaev,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 1, Kostycheva str., Ryazan, Ryazan region, 390044, Russian Federation

E-mail: musaev@rgatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0581-1377>

Renata Vasilievna Mikhailova,

Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Head of the Department of General Educational Disciplines

Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: mihailova.r.v@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8987-8968>

Anatoly Sergeevich Tikhonov,

Doctor of Philosophical Sciences, Professor of the Department of General Educational Disciplines

Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: tihonov.an.s@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2382-8719>

В.Г. Семенов¹, ✉
В.Г. Тюрин²,
С.С. Козак³,
В.В. Боронин¹,
Р.Н. Иванова¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко Российской академии наук», Москва, Российская Федерация

³ Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности — филиал Федерального государственного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, п. Ржавки, Московская область, Российская Федерация

✉ semenov_v.g@list.ru

Поступила в редакцию: 01.08.2022

Одобрена после рецензирования: 15.10.2022

Принята к публикации: 28.10.2022

Vladimir G. Semenov¹, ✉
Vladimir G. Tyurin²,
Sergey S. Kozak³,
Valery V. Boronin¹,
Raisa N. Ivanova¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences”, Moscow, Russian Federation

³ All-Russian Research Institute of the Poultry Processing Industry — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Scientific Center “All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming” of the Russian Academy of Sciences, Rzhavki, Moscow Region, Russian Federation

✉ semenov_v.g@list.ru

Received by the editorial office: 01.08.2022

Accepted in revised: 15.10.2022

Accepted for publication: 28.10.2022

Реализация продуктивных и репродуктивных качеств кур кросса Hubbard F-15 на фоне применения иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современных условиях ведения промышленного птицеводства технологические приемы по многим параметрам не соответствуют биологическим потребностям организма птицы. Высокая концентрация птицепоголовья на ограниченных площадях, круглогодичное пребывание в закрытых помещениях с клеточным содержанием приводят к негативным последствиям. Под влиянием неблагоприятных факторов снижается неспецифическая резистентность и иммунобиологическая реактивность организма. Поэтому в настоящее время особую актуальность приобретают вопросы реализации воспроизводительных качеств и продуктивности птицы путем направленного воздействия биологически активными веществами.

Методы. Методология работы заключалась в исследовании эффективности применения иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C для реализации продуктивных и репродуктивных качеств кур родительского стада кросса Hubbard F-15. Объектами исследований были куры родительского стада бройлеров французского кросса Hubbard F-15. В научно-хозяйственном опыте по принципу групп-аналогов было сформировано три группы птиц по 150 голов в каждой: одна контрольная и две опытные группы. Курам 1-й опытной группы в возрасте 21–23 недель трехкратно с интервалом в 7 суток выпаивали с водой биопрепарат PS-7 в дозе 0,1 мл/кг массы тела, курам 2-й опытной группы — Prevention-N-C в той же дозе и те же сроки.

Результаты. Установлено, что использование апробируемых препаратов на основе полисахаридного комплекса клеток *Saccharomyces cerevisiae* и бензимидазола способствовало более раннему достижению пика яйценоскости (на 2,0 и 3,0 недели), повышению показателей выхода яиц на начальную несушку (на 5,1 и 6,6%) и среднюю несушку (на 2,8 и 2,0%), валового производства яиц (на 1365 и 1770 яиц) и сохранности (на 2,0 и 4,0%). Применение апробируемых препаратов способствовало улучшению морфологических показателей яиц и, как следствие, вывода цыплят на 0,8 и 2,0%.

Ключевые слова: куры, биопрепараты, PS-7, Prevention-N-C, продуктивность

Для цитирования: Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Козак С.С., Боронин В.В., Иванова Р.Н. Реализация продуктивных и репродуктивных качеств кур кросса Hubbard F-15 на фоне применения иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 36–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-36-40>

© Семенов В.Г., Тюрин В.Г., Козак С.С., Боронин В.В., Иванова Р.Н.

Actualization of productive and reproductive qualities of Hubbard F-15 cross of chickens against the background of the use of immunostimulating preparations PS-7 and Prevention-N-C

ABSTRACT

Relevance. In modern conditions of industrial poultry farming, technological methods in many respects do not correspond to the biological needs of the bird's body. A high concentration of poultry in limited areas, year-round stay in enclosed spaces in cages leads to negative consequences. Under the influence of unfavorable factors, nonspecific resistance and immunobiological reactivity of the organism decrease. Therefore, at present, the issues of implementing the reproductive qualities and productivity of poultry through the directed impact of biologically active substances are of particular relevance.

Methods. The methodology of the work was to study the effectiveness of the use of immunostimulating drugs PS-7 and Prevention-N-C for actualization of the productive and reproductive qualities of hens of the parent flock of the Hubbard F-15 cross. The objects of research were hens of the parent flock of broilers of the French cross Hubbard F-15. In the scientific and economic experiment, according to the principle of analogue groups, three groups of birds were formed with 150 heads each: one control and two experimental groups. Chickens of the 1st experimental group at the age of 21–23 weeks were fed with water three times with an interval of 7 days the biopreparation PS-7 at a dose of 0.1 ml/kg of body weight, chickens of the 2nd experimental group — Prevention-N-C at the same dose and timing.

Results. It was found that the use of tested preparations based on the polysaccharide complex of *Saccharomyces cerevisiae* cells and benzimidazole contributed to an earlier peak of egg production (by 2.0 and 3.0 weeks), increased egg yield on the initial laying hen (by 5.1 and 6.6%) and the average laying hen (by 2.8 and 2.0%), gross egg production (by 1,365 and 1,770 eggs) and livability (by 2.0 and 4.0%). The use of the tested preparations contributed to the improvement of the morphological parameters of eggs and, as a result, the withdrawal of chickens by 0.8 and 2.0%.

Key words: chickens, biopreparations, PS-7, Prevention-N-C, productivity

For citation: Semenov V.G., Tyurin V.G., Kozak S.S., Boronin V.V., Ivanova R.N. Actualization of productive and reproductive qualities of Hubbard F-15 cross of chickens against the background of the use of immunostimulating preparations PS-7 and Prevention-N-C. Agrarian science. 2022; 364 (11): 36–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-36-40> (In Russian).

© Semenov V.G., Tyurin V.G., Kozak S.S., Boronin V.V., Ivanova R.N., Semenov A.A.

Введение / Introduction

Одной из наукоемких и динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса, направленной на обеспечение населения страны продовольствием собственного производства, в частности высококачественным мясом птицы и пищевым яйцом, является промышленное птицеводство [1].

На сегодняшний день на многих птицеводческих предприятиях методы, применяемые при выращивании сельскохозяйственной птицы, не совсем соответствуют параметрам и физиологическим потребностям, что в итоге негативно сказывается на общем состоянии организма [2]. Высокий уровень поголовья птицы с круглогодичным содержанием на ограниченных территориях в закрытых помещениях является фактором, способствующим нарушению воздушного бассейна в птицеводческих помещениях, что приводит к снижению иммунитета, вследствие чего повышается заболеваемость, снижается сохранность и ухудшаются продуктивные и репродуктивные качества [3].

В производственных условиях для недопущения распространения инфекционных и инвазионных заболеваний применяются антибиотики и различные химиотерапевтические средства, что приводит к нарушению нормальной микрофлоры, снижению иммунитета птиц, а также появлению новых штаммов возбудителей болезней [4–8]. В результате появляются заболевания желудочно-кишечного тракта, происходит кумуляция лекарственных препаратов в органах, тканях, мясе и продуктах птицеводства. По данным литературных источников, многие авторы предлагают заменить антибиотики на комплексные препараты, но это сказывается на работе желудочно-кишечного тракта, что вызывает снижение иммунитета и распространение болезней птиц [9]. Существует множество различных препаратов, добавок и фармакологических средств, которые помогают поддерживать баланс между микробиотой и антиоксидантами. Природные альтернативы антибиотикам, включая пробиотики, пребиотики, симбиотики, органические кислоты, эфирные масла, ферменты, иммуностимуляторы, травы, растительные компоненты и живицы, являются наиболее распространенными кормовыми добавками, которые приобретают популярность в птицеводстве после запрета стимуляторов роста — антибиотиков [10]. Существует множество различных препаратов, добавок и фармакологических средств, которые осуществляют баланс между микробиотой и антиоксидантами. Основная цель применения данных препаратов и стимуляторов — это нормализация работы кишечника и поддержание иммунитета [11].

Поэтому в настоящее время для современной ветеринарной науки и практики особую актуальность приобретают поиск и внедрение комплексных биопрепаратов для активизации неспецифической резистентности организма птицы и, как следствие, реализации продуктивных и репродуктивных качеств птицы [12].

Целью данной работы является оценка эффективности применения иммуностимулирующих препаратов в реализации продуктивных и репродуктивных качеств кур родительского стада кросса Hubbard F-15.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-исследовательский опыт выполнен на кафедре морфологии, акушерства и терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет», экспериментальная часть выполнена в условиях общества с ограниченной ответственностью «Агрохолдинг «Юрма» Чувашской Республики Российской Федерации.

В ходе проведения работы были сформированы три группы (контрольная и две опытные) кур по 150 голов в каждой по принципу групп-аналогов. Условия содержания и кормления птиц во всех группах были идентичны и соответствовали руководству по содержанию и кормлению данного кросса. В 1-й опытной группе птицам в возрасте 21–23 недель выпаивали с водой иммуностимулятор PS-7 в дозе 0,1 мл/кг массы тела трехкратно с интервалом в 7 суток, во 2-й опытной группе — Prevention-N-C, в той же дозе и в те же сроки.

PS-7 — биопрепарат для активизации неспецифической резистентности и иммуногенеза организма, профилактики и терапии болезней сельскохозяйственных животных и птиц; представляет собой суспензию агара и концентрата очищенного полисахаридного комплекса дрожжевых клеток с добавлением производного бензимидазола и бактерицидного препарата из группы полусинтетических пенициллинов. На препарат получен патент РФ на изобретение № 2486896, он зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.07.2013.

Таблица 1. Яичная продуктивность кур родительского стада бройлеров
Table 1. Egg productivity of chickens of the parent broiler herd

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Начальное поголовье кур, гол.	150	150	150
Среднее поголовье кур, гол.	134	137	140
Валовой сбор яиц			
штук	26670	28035	28440
% к контролю		105,1	106,6
Яйценоскость на начальную несушку			
штук	177,80±2,37	186,90±2,06*	189,60±2,34**
% к контролю		105,10	106,60
Яйценоскость на среднюю несушку			
штук	199,10±0,74	204,60±1,11**	203,10±0,90**
% к контролю		102,80	102,01
Возраст кур при достижении разных уровней яйцекладки			
50%-ной	27,0	26,5	26,0
пика	31,0	29,0	28,0
Пик яйцекладки, %	84,3	84,3	84,3
Сохранность поголовья кур, %	89,3	91,3	93,3
Примечание: * — P < 0,05; ** — P < 0,01			

Таблица 2. Морфологический анализ яиц кур

Table 2. Morphological analysis of eggs of chickens

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Возраст кур 24–34 недели			
Индекс формы яйца, %	77,1±0,59	77,3±0,61	77,5±0,67
Масса скорлупы, г	5,2±0,06	5,4±0,08	5,6±0,06**
Упругая деформация скорлупы, мкм	19,5±0,56	21,3±0,37*	21,5±0,45*
Индекс белка, %	7,3±0,11	7,7±0,09*	7,9±0,12**
Индекс желтка, %	46,3±0,13	47,5±0,37*	47,6±0,35**
Высота белка, мм	5,5±0,28	5,6±0,37	5,7±0,41
Соотношение, %:			
белок	59,8±0,97	60,7±0,75	60,9±0,57
желток	29,7±1,31	29,3±0,91	29,1±0,63
скорлупа	10,5±0,21	10,0±0,31	10,0±0,36
Единицы Хау	74,50±3,17	75,07±3,23	75,19±2,97
Возраст кур 35–40 недель			
Индекс формы яйца, %	76,7±0,61	78,4±0,53	78,7±0,63
Масса скорлупы, г	6,3±0,05	6,4±0,07	6,6±0,05**
Упругая деформация скорлупы, мкм	18,3±0,67	19,5±0,43	20,7±0,48*
Индекс белка, %	8,6±0,06	9,0±0,12*	9,1±0,13**
Индекс желтка, %	49,3±0,67	48,5±0,23	47,9±0,37
Высота белка, мм	5,9±0,38	6,0±0,31	6,1±0,27
Соотношение, %:			
белок	60,3±0,83	61,5±0,63	61,9±0,51
желток	29,4±0,75	28,1±0,81	27,9±0,77
скорлупа	10,3±0,19	10,4±0,21	10,2±0,16
Единицы Хау	75,13±2,97	77,21±2,29	77,11±2,52
Возраст кур 41–70 недель			
Индекс формы яйца, %	76,9±0,63	77,7±0,84	77,6±0,57
Масса скорлупы, г	6,3±0,09	6,5±0,11	6,8±0,12*
Упругая деформация скорлупы, мкм	19,0±0,57	19,7±0,63	21,3±0,76*
Индекс белка, %	9,0±0,16	8,7±0,14	8,8±0,18
Индекс желтка, %	46,4±0,51	45,3±0,41	44,7±0,66
Высота белка, мм	6,0±0,37	6,1±0,30	6,1±0,29
Соотношение, %:			
белок	60,1±0,65	61,0±0,71	61,4±0,81
желток	29,0±0,61	27,4±0,72	28,1±0,57
скорлупа	10,9±0,23	11,6±0,31	10,5±0,26
Единицы Хау	74,95±2,47	75,38±2,51	76,41±2,41

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$

Prevention-N-C — комплексный препарат для реализации биологического потенциала сельскохозяйственных животных и птиц; представляет собой водную суспензию, содержащую полисахаридный комплекс клеток *Saccharomyces cerevisiae*, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением производного бензимидазола и бактерицидного препарата из группы

цефалоспоринов. На биопрепарат Prevention-N-C получен патент РФ на изобретение № 2622981, он зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 21.06.2017.

Проводили ежедневный учет снесенных яиц с 24-й по 70-ю недели с последующим расчетом ежемесячной продуктивности на среднюю несушку; определяли индекс формы яйца; индекс белка; индекс желтка; единицы Хау — по формуле: $E_x = 100 \log(h - 1,7M \cdot 0,37 + 7,6)$, где h — высота плотного белка, мм (измеряли в самой высокой точке плотного белка высоотомером с точностью до 0,01 мм), M — масса яйца, г, 1,7; 0,37; 7,6 — постоянные коэффициенты; толщину скорлупы; относительную массу белка, желтка и скорлупы, % — взвешиванием на лабораторных весах (ОСТ 10 321-2003 Яйца куриные инкубационные. Технические условия); оценку инкубационных качеств яиц проводили по их оплодотворяемости и выводимости яиц (ГОСТ Р 58521-2019).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследования установлено, что валовое производство яиц в первой и второй опытных группах было на 5,1 и 6,6% больше, чем в контроле.

Показатели яичной продуктивности птицы представлены в табл. 1.

В 1-й и 2-й опытных группах из расчета на среднюю несушку было получено на 5,5 и 4,0 яйца больше, чем в контрольной группе. В пересчете на начальную несушку наибольшая яйценоскость была отмечена у кур опытных групп, она оказалась выше на 9,1 и 11,8 яиц по сравнению с контролем.

Результаты морфологического анализа яиц кур приведены в табл. 2.

Уровень 50%-ной яйцекладки в первой опытной группе был достигнут в возрасте 26,5 недель, во второй опытной группе — в возрасте 26,0 недель, что оказалось быстрее, чем в контрольной группе — в возрасте 27,0 недель.

Установлено, что пик яйцекладки в первой опытной группе достигнут в возрасте 29,0 недель, во второй — в возрасте 28,0 недель, в то время как в контроле — в возрасте 31,0 недели.

Установлено, что индекс формы яйца подопытных групп варьировал в пределах нормы. Следует отметить, что в 24–34-недельном возрасте от птицы 1-й и 2-й опытных групп получали яйца с индексом формы 77,3 и 77,5%, а в 35–40-недельном — 77,7 и 77,6%.

В ходе проведения опыта установлено, что масса скорлупы в 1-й и 2-й опытных группах оказалась выше,

нежели в контроле: в 24–34-недельном возрасте кур — на 0,2 и 0,4 г, в 35–40-недельном — на 0,1 и 0,3 г, в 41–70-недельном возрасте — на 0,2 и 0,5 г. Следует отметить, что с возрастом птицы масса скорлупы увеличивалась в контрольной группе с $5,2 \pm 0,06$ до $6,3 \pm 0,09$ г, в 1-й опытной — с $5,4 \pm 0,08$ до $6,5 \pm 0,11$ г и во 2-й опытной — с $5,6 \pm 0,06$ до $6,8 \pm 0,12$ г.

Установлено, что показатель упругой деформации в 1-й опытной группе составил $21,3 \pm 0,37$, а во 2-й — $21,5 \pm 0,45$ мкм, что на 1,8 и 2,0 мкм соответственно больше, чем в контроле.

В контрольной группе индекс белка постепенно повышался от начала продуктивного периода к его завершению с 7,3 до 9,0%, а в 1-й и 2-й опытных группах выявлено его повышение с 24–34- до 35–40-недельного возраста с 7,7 до 9,0% и с 7,9 до 9,1% соответственно. К завершению продуктивного периода индекс белка в 1-й опытной группе составил 8,7%, во 2-й опытной — 8,8%, то есть выявлено его снижение по сравнению с предыдущим уровнем.

В ходе исследования установлено, что индекс желтка варьировал в пределах нормы. Во все периоды исследований отмечалось повышение показателя высоты белка относительно контроля в опытных группах.

Установлено, что показатели единиц Хау у кур-несушек 1-й и 2-й опытных групп оказались выше, нежели в контроле, к концу продуктивного периода на 0,6 и 1,9% соответственно.

Таким образом, применение биопрепаратов PS-7 и Prevention-N-C способствовало улучшению морфологических показателей яиц, что напрямую влияет на процесс инкубации.

Воспроизводительные качества кур родительского стада бройлеров кросса Hubbard F-15 представлены в табл. 3.

Установлено, что выход инкубационных яиц в 1-й и 2-й опытных группах оказался выше по сравнению с контролем на 0,6 и 2,1% соответственно.

Оплодотворенность яиц в 1-й опытной группе составила 91,8%, а во 2-й опытной группе — 92,3%, в то время как в контроле данный показатель был на уровне 90,1%.

Таблица 3. Воспроизводительные качества кур родительского стада
Table 3. Reproductive qualities of chickens of the parental herd

Показатель	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Яйценоскость на начальную несушку, шт.	177,8 $\pm$ 2,37	186,9 $\pm$ 2,06*	189,6 $\pm$ 2,34**
Выход инкубационных яиц, шт.	168,4 $\pm$ 2,25	178,1 $\pm$ 2,53*	183,5 $\pm$ 2,06**
%	94,7	95,3	96,8
Оплодотворенность яиц, %	90,1	91,8	92,3
Выводимость яиц, %	82,3	87,1	87,7
Вывод цыплят	77,5	78,3	79,5
Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$			

Выводимость в 1-й опытной группе составила 87,1%, во 2-й опытной группе — 87,7%, что оказалось выше данного значения в контроле — 82,3%.

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта установлено, что вывод цыплят в 1-й и 2-й опытных группах оказался выше по сравнению с контролем на 0,8 и 2,0% соответственно.

Выводы / Conclusion

Из результатов проведенного исследования по применению иммуностимулирующих препаратов PS-7 и Prevention-N-C с целью реализации продуктивных и репродуктивных качеств кур родительского стада бройлеров следует, что использование апробируемых препаратов на основе полисахаридного комплекса клеток *Saccharomyces cerevisiae* и бензимедазола способствовало более раннему достижению пика яйценоскости (на 2,0 и 3,0 недели), повышению показателей выхода яиц на начальную несушку (на 5,1 и 6,6%) и среднюю несушку (на 2,8 и 2,0%), валового производства яиц (на 1365 и 1770 яиц) и сохранности (на 2,0 и 4,0%). Применение апробируемых препаратов способствовало улучшению морфологических показателей яиц и, как следствие, вывода цыплят на 0,8 и 2,0%. Учитывая, что птицам опытных групп выпаивали с водой иммуностимуляторы в возрасте 21–23 недель, то есть до начала яйцекладки, а срок выведения апробированных препаратов из организма составляет 7 суток, следует заключить, что полученная продукция доброкачественная и биологически полноценная.

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. Semenov VG, Boronin VV, Kosyaev NI et al. Influence of the probiotic preparation Immunoflor on the physiological status of a young chicken of a productive herd of egg cross. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935 (1): 012043. doi: 10.1088/1755-1315/935/1/012043
2. Kuzmi na NN, Petrov OYu, Semenov VG et al. The effect of an antioxidant on the hematological profile of birds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935 (1): 012015. doi: 10.1088/1755-1315/935/1/012015
3. Kure CF, Axelsson L, Carlehög M et al. The effects of a pilot-scale steam decontamination system on the hygiene and sensory quality of chicken carcasses. *Food Control*. 2020; 109: 106948. doi: 10.1016/j.foodcont.2019.106948

REFERENCES

1. Semenov VG, Boronin VV, Kosyaev NI et al. Influence of the probiotic preparation Immunoflor on the physiological status of a young chicken of a productive herd of egg cross. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935 (1): 012043. doi: 10.1088/1755-1315/935/1/012043
2. Kuzmina NN, Petrov OYu, Semenov VG et al. The effect of an antioxidant on the hematological profile of birds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 935 (1): 012015. doi: 10.1088/1755-1315/935/1/012015
3. Kure CF, Axelsson L, Carlehög M et al. The effects of a pilot-scale steam decontamination system on the hygiene and sensory quality of chicken carcasses. *Food Control*. 2020; 109: 106948. doi: 10.1016/j.foodcont.2019.106948

4. Bial M, Barbe F, Chevaux E et al. Effects of novel probiotic strains of *Bacillus pumilus* and *Bacillus subtilis* on production, gut health, and immunity of broiler chickens raised under suboptimal conditions. *Poultry Science*. 2021; 100 (3): 100871. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.048
5. Mandal A, Mandal R K, Yang Y et al. *In vitro* characterization of chicken gut bacterial isolates for probiotic potentials. *Poultry Science*. 2021; 100 (2): p.1083-1092. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.025
6. Hajiaghapour M and Rezaei-pour V Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science*. 2018; 210: p.93-98. doi: 10.1016/j.livsci.2018.02.007
7. Xie Z, Zhao Q, Wang H et al. Effects of antibacterial peptide combinations on growth performance, intestinal health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*. 2020; 99 (12): p.6481-6492 doi: 10.1016/j.psj.2020.08.068
8. Ramlucken U, Laloo R, Roets Y et al. Advantages of *Bacillus*-based probiotics in poultry production. *Livestock Science*. 2020; 241: 104215. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104215
9. Abd El-Hack M E, El-Saadony M T, Salem M H et al. Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*. 2022; 101 (4): 101696. doi: 10.1016/j.psj.2022.101696
10. Islam M and Yang Chul-Ju Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poultry Science*. 2017; 96 (1): p.27-34. doi: 10.3382/ps/pew220
11. Xiang Q, Wang C, Zhang H et al. Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals*. 2019; 9 (12): 1110. doi: 10.3390/ani9121110
12. Куликов Л.В. Практикум по птицеводству. Издательство РУДН. 2002: 249 с.
4. Bial M, Barbe F, Chevaux E et al. Effects of novel probiotic strains of *Bacillus pumilus* and *Bacillus subtilis* on production, gut health, and immunity of broiler chickens raised under suboptimal conditions. *Poultry Science*. 2021; 100 (3): 100871. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.048
5. Mandal A, Mandal R K, Yang Y et al. *In vitro* characterization of chicken gut bacterial isolates for probiotic potentials. *Poultry Science*. 2021; 100 (2): p.1083-1092. doi: 10.1016/j.psj.2020.11.025
6. Hajiaghapour M and Rezaei-pour V Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science*. 2018; 210: p.93-98. doi: 10.1016/j.livsci.2018.02.007
7. Xie Z, Zhao Q, Wang H et al. Effects of antibacterial peptide combinations on growth performance, intestinal health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*. 2020; 99 (12): p.6481-6492 doi: 10.1016/j.psj.2020.08.068
8. Ramlucken U, Laloo R, Roets Y et al. Advantages of *Bacillus*-based probiotics in poultry production. *Livestock Science*. 2020; 241: 104215. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104215
9. Abd El-Hack M E, El-Saadony M T, Salem M H et al. Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*. 2022; 101 (4): 101696. doi: 10.1016/j.psj.2022.101696
10. Islam M and Yang Chul-Ju Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poultry Science*. 2017; 96 (1): p.27-34. doi: 10.3382/ps/pew220
11. Xiang Q, Wang C, Zhang H et al. Effects of different probiotics on laying performance, egg quality, oxidative status, and gut health in laying hens. *Animals*. 2019; 9 (12): 1110. doi: 10.3390/ani9121110
12. Kulikov LV Workshop on poultry farming. *RUDN University Publishing House*. 2002: 249 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Владимир Григорьевич Семенов,
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса д.29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Владимир Григорьевич Тюрин,
доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией зоогигиены и охраны окружающей среды
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», Звенигородское шоссе, д. 5, г. Москва, 123022, Российская Федерация
E-mail: potyemkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000000201539775>

Сергей Степанович Козак,
доктор биологических наук, профессор,
«Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, 141552, Московская область, п. Ржавки, ВНИИПП

Валерий Викторович Боронин,
кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры морфологии, акушерства и терапии
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, д.29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: boronin.v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7500-8299>

Раиса Николаевна Иванова,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, д.29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6500-7957>

ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Grigoryevich Semenov,
Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy
Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx st., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Vladimir Grigorievich Tyurin,
Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Head of the Laboratory of Zoo Hygiene and Environmental Protection
All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences», 5, Zvenigorodskoe Highway, Moscow, 123022, Russian Federation
E-mail: potyemkina@mail.ru
<https://orcid.org/0000000201539775>

Sergey Stepanovich Kozak,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
“All-Russian Research Institute of the Poultry Processing Industry” – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Scientific Center “All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming” of the Russian Academy of Sciences, 141552, Moscow Region, Rzhavki, VNIIPP

Valery Viktorovich Boronin,
Candidate of Veterinary Sciences, Assistant of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy,
Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx st., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: boronin.v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7500-8299>

Raisa Nikolaevna Ivanova,
Candidate of Agricultural Sciences, associate Professor of the Department of Biotechnology and Processing of Agricultural Products
Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx st., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6500-7957>

З.Р. Камалова ✉,
Р.Р. Гайнуллин,
Р.Н. Низамов,
Я.М. Курбангалеев,
М.М. Шакуров

Федеральный центр токсикологической,
радиационной и биологической
безопасности, Казань, Российская
Федерация

✉ zikama01@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article

 creative commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-41-44

Zilya R. Kamalova ✉,
Ruslan R. Gainullin,
Ramzi N. Nizamov,
Yagafar M. Kurbangaleev,
Mulanur M. Shakurov

Federal Center for Toxicological, Radiation
and Biological Safety, Kazan, Russian
Federation

✉ zikama01@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Определение антигенных свойств хиноидного радиотоксина с помощью реакции непрямой гемагглютинации (РНГА)

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье приведены результаты проведенных опытов по определению антигенных свойств (способности хиноидного радиотоксина синтезировать антирадиотоксические антитела) растительного радиотоксина с помощью РНГА.

Методы. Для проведения РНГА-теста использовали антигенный вариант эритроцитарного антигена (АГЭД), представляющего собой сенсибилизированные лучевыми антигенами эритроциты барана. В качестве контрольных (положительных) противолучевых антител в реакции использовали противолучевые антитела, полученные путем гипериммунизации кроликов лучевым антигеном — радиотоксином, выделенным из печеночной ткани летально облученных овец; испытуемые антирадиотоксические антитела — гипериммунные сыворотки от гипериммунизированных хиноидным (растительным) радиотоксином овец, отрицательная сыворотка, полученная от интактных (необлученных, непривитых никакими вакцинами) овец, гетерологические сыворотки (противоожоговая, противоклебациллярная). Реакцию ставили на микропланшетах в объеме 50 мкл и учитывали по четырехбалльной системе в крестах.

Результаты. Изучение антигенной активности испытуемого лучевого антигена — растительного хиноидного радиотоксина (ХРТ) — с использованием РНГА-теста показали, что испытуемый антиген обладает высокой антигенной активностью, индуцируя в организме иммунизированных животных (овец) синтез антирадиотоксических антител, титры которых значительно превосходят таковые иммунизированных печеночным (животным) антигеном — радиотоксином животных. Хиноидный радиотоксин, полученный из растительной ткани (клубней картофеля) и конъюгированный с белково-липидной группой (неполным адъювантом Фрейнда — НАФ), обладает высокой антигенностью, индуцируя синтез специфических антирадиотоксических антител, которые могут быть использованы в качестве важнейшего компонента иммунохимической тест-системы — сенсирина, используемого для сенсибилизации микро- и наночастиц бентонита при конструировании противорадиационного антигенового варианта бентонитового диагностикума (АТБД).

Ключевые слова: хиноидный радиотоксин, реакция непрямой гемагглютинации (РНГА), антигенные свойства

Для цитирования: Камалова З.Р., Гайнуллин Р.Р., Низамов Р.Н., Курбангалеев Я.М., Шакуров М.М. Определение антигенных свойств хиноидного радиотоксина с помощью реакции непрямой гемагглютинации (РНГА). *Аграрная наука*. 2022; 364 (11): 41–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-41-44> (In English).

© Камалова З.Р., Гайнуллин Р.Р., Низамов Р.Н., Курбангалеев Я.М., Шакуров М.М.

Determination of the antigenic properties of quinoid radiotoxin using the indirect hemagglutination test (IHA)

ABSTRACT

Relevance. The article presents the results of experiments to determine the antigenic properties (the ability of quinoid radiotoxin to synthesize antiradiotoxic antibodies) of plant radiotoxin using IHA.

Methods. An antigenic variant of the erythrocyte diagnosticum (AGED), which is a ram erythrocytes sensitized by radiation antigens, was used to conduct the IHA-test. As control (positive) antiradiation antibodies in the reaction, we used antiradiation antibodies obtained by hyperimmunization of rabbits with a radiation antigen — radiotoxin isolated from the liver tissue of lethally irradiated sheep, tested antitoxic antibodies — hyperimmune sera from sheep hyperimmunized with quinoid (plant) radiotoxin, negative serum obtained from intact (non-irradiated, not vaccinated with any vaccines) sheep, heterologous sera (antiburn, anticollibacillary). The reaction was placed on microplates in a volume of 50 ml and was taken into account according to a four-point system in crosses.

Results. The study of the antigenic activity of the test radiation antigen — plant quinoid radiotoxin (QRT) — using the IHA-test showed that the test antigen has a high antigenic activity, inducing in the body of immunized animals (sheep) the synthesis of antiradiotoxic antibodies, the titers of which significantly exceed those immunized with liver (animal) antigen — animal radiotoxin. Quinoid radiotoxin, obtained from plant tissue (potato tubers) and conjugated with a protein-lipoid group (incomplete Freund's adjuvant — IFA), has a high antigenicity, inducing the synthesis of specific antiradiotoxic antibodies, which can be used as an essential component of the immunochemical test system — sensin used for sensitization of micro- and nanoparticles of bentonite in the design of antiradiation antibody variant of bentonite diagnosticum (ABBD).

Key words: quinoid radiotoxin, indirect hemagglutination test (IHA), antigenic properties

For citation: Kamalova Z.R., Gainullin R.R., Nizamov R.N., Yagafar M., Kurbangaleev Ya.M., Shakurov M.M. Determination of the antigenic properties of quinoid radiotoxin using the indirect hemagglutination test (IHA). *Agrarian science*. 2022; 364 (11): 41–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-41-44>.

© Kamalova Z.R., Gainullin R.R., Nizamov R.N., Kurbangaleev Ya.M., Shakurov M.M.

Introduction

The concept of "radiotoxins" includes a group of substances that are formed under the influence of ionizing radiation in the body, food products, nutrient media and have the ability to mimic and enhance radiobiological effects in the body [1].

The toxic properties of animal blood were first studied in detail by P. D. Gorizontov [2], who gave a broad definition of toxemia in an irradiated organism. B. N. Tarusov [3] was the first to put forward an experimentally substantiated hypothesis about the possible participation of lipid radiotoxins in radiation injury. The work of V.Y. Horgan et al. [4, 5, 6] revealed the high toxicity of lipid peroxides accumulating in the irradiated organism. Low-molecular toxic substances were found in the blood of irradiated animals and plants [7, 8]. These and other works made it possible at the First International Symposium on the initial effects of radiation on cells (1961) for the first time to put forward the concept of the formation in an irradiated organism and plants of polyphenol oxidation products — orthoquinones, which have a radiomimetic effect [9, 10, 11]. The results of extensive research in the field of radiotoxinemia were summarized at the First All-Union Conference of Radiobiologists on the Nature and Role of Radiotoxins (1965), where the term "radiotoxins" was officially recognized [12]. At present, due to the widespread use of radiation biotechnology for the radiation processing of food products, as well as numerous statements that irradiation induces toxic radiolysis products and thereby reduces the nutritional value of products, the FAO/IAEA/WHO Joint International Advisory Group has reviewed scientific research on the assessment of food exposures [13], which emphasizes the relevance of developing highly sensitive methods for monitoring (indicating) radioinduced toxic radiolysis products.

According to their chemical nature, known radiotoxins can be assigned to the following classes: hydroperoxides and peroxides; polyphenols, semiquinones and quinones, ketoaldehydes; polypeptide proteins; biogenic amines with cytotoxic properties (inhibition of division, formation of chromosomal aberrations, cell death).

An essential characteristic of radiotoxins is their ability to exhibit antigenic properties when they enter the body.

To date, antigens have already proven their importance in the prevention and diagnosis of various infectious diseases. On the basis of antigens, reference antigenic preparations and test systems for immunodiagnostics are being developed, and vaccines for immunoprophylaxis are being created. Antigens are used to immunize animals to obtain polyclonal and monoclonal antibodies, as well as to standardize immunoglobulin diagnostic test systems [14, 15, 16].

The processes of oxidation of o-phenols that occur in an irradiated organism proceed in the presence of proteins and their decay products, inevitably leading to the formation of quinone adducts with peptides and proteins, i.e., unconjugated autoantigens.

The formation of such adducts of quinones with peptides and proteins will have the most important consequences for understanding the processes occurring in the irradiated organism during the post-radiation period, which consists in the stabilization of quinones, which ensures the remote effect of radiation, the communication of cytotoxic properties inherent in o-quinones to proteins with the carrier of quinoid groups, changes in antigenic properties of proteins and the formation of a new antigen with a determinant group of o-quinone.

The general concept of radiation toxicology indicates the appearance in the irradiated organism of specific (radiation) antigens detected by the method of anaphylaxis with desensitization according to L.A. Zilber [17].

After many years of failure, Lev Alexandrovich Zilber developed a method called the anaphylaxis with desensitization method, which made it possible to determine specific tumor antigens in a wide variety of animal and human tumors.

If indeed autoimmunization in irradiated animals occurs under the influence of proteins bearing a quinoid group as a determinant, then quinoidradiotoxins (QRT) should be specific allergens for animals that have undergone radiation sickness.

According to modern concepts, the main thing in an antigen is its antigenicity (immunogenicity), the ability to induce a specific immune response of the body: the formation of homologous antibodies and specific sensitization of lymphoid cells.

It is postulated that antigenicity is determined mainly by five major provisions:

- foreignness of the antigen for the body,
- its ability to be assimilated by the organism,
- high molecular weight of the antigen (at least 10,000 daltons),
- colloidal state of the antigen,
- the chemical nature of the antigen

From the above postulates regarding the beam antigen (radiotoxin) we received, it can be seen that it does not meet one of the requirements — the molecular weight, which, as mentioned above, is 2500 daltons for quinoidradiotoxin, which is significantly inferior to full-fledged antigens (10,000 daltons). However, as mentioned above, immunochemical reactions occur in the irradiated organism with the formation of proteins that carry quinones as a determinant group, i.e., radioinduced beam antigens consisting of adducts of quinones with peptides and proteins, forming conjugated antigens in the irradiated organism.

Radioinduced conjugated antigens, carrying out autoimmunization in the irradiated organism, induce the synthesis of autoantibodies. From the foregoing, two important points emerge:

- under in vitro conditions, it is possible to obtain conjugated beam antigens by converting low molecular weight quinoid antigens into full-fledged protein-lipoid antigens with determinant and protein groups of antigens,
- by hyperimmunization of animals with a full-fledged conjugated quinoid-lipoid (or protein) antigen, to receive hyperimmune therapeutic and diagnostic antiradiotoxic sera.

Materials and methods

In view of the foregoing, we conducted experiments to determine the antigenic (the ability of QRT to synthesize antiradiotoxic antibodies) properties of plant radiotoxin obtained by the method of S.K. Melnikova and V.A. Kopylov [18] (irradiation of plant materials was carried out on the "Researcher" gamma installation at a dose of 400 Gy), with the help of RIHA. Taking into account that quinoidradiotoxin is a low-molecular chemical compound having a molecular weight of 0.6 kD, i.e. an inferior antigen — a hapten, it was conjugated with a protein carrier — an incomplete Freund's adjuvant (IFA). To do this, a solution of quinoidradiotoxin with a content of 10 mg/ml was mixed with incomplete Freund's adjuvant (IFA) in a ratio of 1:1, the mixture was homogenized on a Schuttel apparatus for 30 min at 110 oscillations/min. The mixture of the conjugated

quinoid-lipoid antigen preheated to a temperature of 42 °C was administered four times intramuscularly in doses of 3 cm³ to three sheep in the region of the inner surface of the thigh on both sides under aseptic conditions on the 1st, 7th, 14th, 28th and 49th day. On the 7th day after the last injection of the antigen, antibodies were detected in the blood serum using RIGA. To determine the immunological activity of hyperimmuneantiradiotoxic sera obtained after hyperimmunization of animals with the test antigen-plant quinoidradiotoxin (QRT), an indirect hemagglutination test (RIHA) was performed on polystyrene microplates with U-shaped "wells".

To determine the immunological activity of hyperimmuneantiradiotoxic sera obtained after hyperimmunization of animals with the test antigen-plant quinoidradiotoxin (XRT), an indirect hemagglutination test (IDHA) was performed on polystyrene microplates with U-shaped "wells".

As control (positive) anti-radiation antibodies in the reaction, we used anti-radiation antibodies obtained by hyperimmunization of rabbits with a beam antigen — radiotoxin isolated from the liver tissue of lethally irradiated sheep, tested antitoxic antibodies — hyperimmune sera from sheep hyperimmunized with quinoid (plant) radiotoxin, negative serum obtained from intact (non-irradiated, not vaccinated with any vaccines) sheep, heterologous sera (anti-burn, anti-colibacillary).

The reaction was placed on microplates in a volume of 50 µl. To do this, 50 µl of physiological saline in phosphate buffer with pH 7.2 was poured into all wells. Then, 50 µl of positive serum was added to the 1st well and serial dilutions were made. Subjects, control negative and heterologous sera were diluted similarly.

The reaction was taken into account according to a four-point system and expressed in "crosses":

++++ — agglutination of erythrocytes occupies half of the bottom of the well in the form of an umbrella with jagged edges and complete clarification of the supernatant,

+++ — agglutination of erythrocytes occupies one third of the bottom of the hole,

++ — agglutination of erythrocytes occupies one third of the bottom of the well, forming a precipitate in the form of a ring with a lumen inside, the clarification of the supernatant is incomplete,

+ — agglutination occupies one third of the bottom of the well, forming a discontinuous ring with fuzzy edges,

— erythrocytes settle evenly in the form of a compact dot or button.

Results and discussion

The results of studying the antigenic activity of the tested radiation antigen — plant quinoid radiotoxin (QRT) using the RIHA test are presented in Table 1.

Table 1 shows that the test antigen — plant quinoid radiotoxin — has a high antigenic activity, inducing the synthesis of antiradiotoxic antibodies

in the body of immunized animals (sheep), the titers of which significantly exceed those of animals immunized with the liver (animal) antigen — radiotoxin.

The organ antigen — quinoidradiotoxin, obtained from the liver of irradiated animals, has a less pronounced antigenicity — the titers of RIHA of antiserum to hepatic quinoidradiotoxin were 1.34 times inferior to those of antisera to QRT ($P < 0.05$).

The data obtained, presented in Table 1, also indicate that hyperimmune antiradiotoxic sera, along with high serological activity, are also highly specific — they do not react with heterologous (burn and bacterial — colibacillary) antigens. Unlike the test sera, antisera to liver radiotoxin are less specific — they react with heterologous (microbial and burn) antigens in titers of 1.3-1.7 log₂, which reduces their diagnostic value.

Therefore, quinoidradiotoxin obtained from plant tissue (potato tubers) and conjugated with a protein-lipoid group (incomplete Freund's adjuvant — IFA) has a high antigenicity, inducing the synthesis of specific antiradiotoxic antibodies, which can be used as an essential component of an immunochemical test system. — sensitin used for sensitization of micro- and nanoparticles of bentonite in the design of anti-radiation antibody variant of bentonite diagnosticum (ABBD).

Conclusion

Thus, as a result of the studies, we obtained a radioantigen from potato tubers irradiated with gamma rays at a dose of 400 Gy — quinoidradiotoxin (QRT), which is chemically o-quinones with a molecular weight of 2500 daltons, which has a high biological (radiomimetic, allergenic, toxic, antigenic) activity. To convert a low-molecular compound into a high-molecular one in order to obtain a full-fledged antigen, a protein-lipoid group, an incomplete Freund's adjuvant, is attached to the hapten part of the antigen, and as a result, a complete antigenic complex (QRT-IFA) is obtained, which is a conjugated quinoid-lipoid antigen, which has the ability to induce the production of antiradiotoxic antibodies with a titer of 8.33 log₂ (1:256 — 1:512).

Table 1. Serological activity of hyperimmune antiserum to radiation antigen — quinoid radiotoxin (QRT) in RIHA-test

Antigenname	Antibody titer in RIHA of the tested antiserum to log ₂			
	quinoid (plant) radiotoxin	hepaticquinoid (animal) radiotoxin	burnantigen	colibacillaryantigen
Quinoid (plant) antigen — radiotoxin	8,33±0,50x	4,7±0,7xx	-	-
Quinoid (animal) antigen — radiotoxin	7,7±0,5	6,3±0,5x	0,5±0,01	0,3±0,01
colibacillaryantigen	-	1,7±0,1	0,3±0,03	0,5±0,03
Burnantigen	-	1,3±0,05	6,3±0,7	0,5±0,003
Footnote: x — $P < 0.05$				
xx — $P < 0.01$				

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

1. Petushkova V.V., Pelevina I.I., Kogarko I.N., Neifakh E.A., Kogarko B.S., Kitorova O.V. Some Aspects Related to Transmission of Radiation-Induced Alterations due to the Bystander. *Effect Biology Bulletin*. 2020; 4747: 1610-1617. (In Russian)
2. Gorizontov P.D. The problem of the pathogenesis of acute radiation sickness in the pathophysiological aspect. *Medical Radiology*. 1959; (1): 6-12. (In Russian)
3. Tarusov B.N. Fundamentals of the biological action of radioactive radiation. M., L.: Medgiz, 1954. 139 p.
4. Horgan V.J., Philpot J. St. L., Porter B. W., Roodyn D. B. Toxicity of autoxidized squalene, and linoleic acid and of simpler peroxides, in relation to toxicity of radiation. *Biochemical Journal*. 1957; (67): 551-558.
5. Kajarabille N., Latunde-Dada G.O. Programmed cell-death by ferroptosis: antioxidants as mitigators. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20, 4968: 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijms20194968>.
6. Havaux M., Ksas B. Imaging of Lipid Peroxidation-Associated Chemiluminescence in Plants: Spectral Features, Regulation and Origin of the Signal in Leaves and Roots. *Antioxidants*. 2022; 11 (7), 1333: 1-17. <https://doi.org/10.3390/antiox11071333>
7. Kryukova L.M., Kuzin A.M. On the remote effect of ionizing radiation on plants. *Biophysics*. 1960; 5 (4): 450-453. (In Russian)
8. Sun Lue, Inaba Yohei, Sato Keizo, Hirayama Aki, Tsuboi Koji, Okazaki Ryuji, Chida Koichi, Moritake Takashi Dose-dependent decrease in antioxidant capacity of whole blood after irradiation: A novel potential marker for biodosimetry. *Scientific reports*. 2018; 8:7425: 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25650-y>.
9. Kuzin A.M. The biochemical mechanisms of the disturbance of cell division by radiation. In: «The Initial Effects of Ionizing Radiation of Cells». London, 1961.
10. Gudkov S. V., Grinberg M. A., Sukhov V., Vodenev V. Influence of ionizing radiation on physiological and molecular processes in plants. *Journal of environmental radioactivity*. 2019; 202: 8-24. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.02.001>. (In Russian)
11. Merecz-Sadowska A., Sitarek Przemysław, Kucharska Ewa, Kowalczyk Tomasz, Зайдель Каролина, Cegliński Tomasz, Zajdel Radosław Antioxidant properties of plant-derived phenolic compounds and their effect on skin fibroblast cells. *Antioxidants*. 2021; 10 (5), 726: 1-24. <https://doi.org/10.3390/antiox10050726>.
12. Kuzin A. M. Radiotoxins. M.: Atomizdat, 1966. 293 p.
13. Safety and nutritional adequacy of irradiated food // World Health Organization, Geneva, 1994, 189 p.
14. Gordina A. V., Bogacheva N. V. Algorithm for choosing the optimal method for obtaining bacterial antigens. Actual problems and achievements in the natural and mathematical sciences: a collection of scientific papers based on the results of the international scientific and practical conference (April 11, 2017). Samara, 2017; Issue. IV: P. 33-35. (In Russian)
15. Sengupta P.P., Rudramurthy G.R., Ligi M., Jacob S.S., Rahman H., Roy P. Development and evaluation of recombinant antigen and monoclonal antibody based competition ELISA for the sero-surveillance of surra in animals. *Journal of Immunological Methods*. 2018; 460: 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.jim.2018.06.013>.
16. Lütkecosmann Steffi, Faupel Thomas, Porstmann Silvia, Porstmann Tomas, Micheel Burkhard, Hanack Katja A cross-reactive monoclonal antibody as universal detection antibody in autoantibody diagnostic assays. *Clinica Chimica Acta*. 2019; 499: 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.09.003>.
17. Kiselev L. A. Zilber - the creator of the national school of medical virologists. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2003; (7): 647-659. (In Russian)
18. Melnikova S.K., Kopylov V.A. Influence of plant radiotoxins on the animal organism. *Radiotoxins*. M.: Atomizdat, 1966. P. 86-91. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Зиля Ринатовна Камалова, аспирант, старший лаборант, сектор радиационной иммунологии, отделение радиобиологии Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Научный городок-2, Казань, 420075, Российская Федерация
E-mail: zikama01@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2061-489X>

Руслан Рустамович Гайнуллин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, сектор радиационной иммунологии, отделение радиобиологии Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Научный городок-2, Казань, 420075, Российская Федерация
E-mail: gairuslan10@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7411-0005>

Рамзи Низамович Низамов, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, лаборатория радиационной безопасности и ветеринарно-санитарной экспертизы, отделение радиобиологии, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Научный городок-2, Казань, 420075, Российская Федерация
E-mail: r.n.nizamov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8595-0800>

Ягафар Мубаракзянович Курбангалеев, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, сектор радиационной иммунологии, отделение радиобиологии Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Научный городок-2, Казань, 420075, Российская Федерация
E-mail: yag72@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3652-1978>

Муланур Махсutowич Шакуров, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, сектор радиационной иммунологии, отделение радиобиологии Федерального центра токсикологической, радиационной и биологической безопасности, Научный городок-2, Казань, 420075, Российская Федерация
E-mail: MulanurShakurov@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2563-5948>

ABOUT THE AUTHORS:

Zilya Rinatovna Kamalova, Postgraduate Student, Senior Laboratory Assistant, Sector of Radiation Immunology, Department of Radiobiology
Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Nauchny gorodok-2, Kazan, 420075, Russian Federation
E-mail: zikama01@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2061-489X>

Ruslan Rustamovich Gainullin, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Sector of Radiation Immunology, Department of Radiobiology
Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Nauchny gorodok-2, Kazan, 420075, Russian Federation
E-mail: gairuslan10@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7411-0005>

Ramzi Nizamovitch Nizamov, Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher, Laboratory of radiation safety and veterinary and sanitary expertise, Department of Radiobiology
Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Nauchny gorodok-2, Kazan, 420075, Russian Federation
E-mail: r.n.nizamov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8595-0800>

Yagafar Mubarakzyanovich Kurbangaleev, Candidate of Biological Sciences, Leading, Researcher, Sector of Radiation Immunology, Department of Radiobiology
Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Nauchny gorodok-2, Kazan, 420075, Russian Federation
E-mail: yag72@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3652-1978>

Mulanur Mahsutovich Shakurov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Sector of Radiation Immunology, Department of Radiobiology
Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Nauchny gorodok-2, Kazan, 420075, Russian Federation
E-mail: MulanurShakurov@mail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2563-5948>

УДК 636.033:57.042.5

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-45-50

Д.А. Никитин, ✉
В.Г. Семенов,
Л.П. Гладких,
Е.В. Столбов,
А.В. Коваленко

Чувашский государственный аграрный
университет, г. Чебоксары, Российская
Федерация

✉ Nikitin_d_a@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.06.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
28.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-45-50

Dmitry A. Nikitin, ✉
Vladimir G. Semenov,
Lyubov P. Gladkikh,
Evgeny V. Stolbov,
Alena V. Kovalenko

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ Nikitin_d_a@mail.ru

Received by the editorial office:
30.06.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
28.10.2022

Иммунотропные препараты серии PigStim в обеспечении репродуктивных и продуктивных качеств свиней

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одной из нерешенных проблем современного индустриального свиноводства остается проблема сохранения здоровья и реализации воспроизводительного потенциала маточного поголовья. В свете вышеизложенного перспективными представляются разработка, испытание и внедрение в практическую ветеринарию новых лечебно-профилактических средств, обеспечивающих сохранение здоровья, реализацию продуктивных и репродуктивных качеств животных, применение которых было бы экономически целесообразным.

Методы. Для постановки опыта были отобраны 30 голов подсосных свиноматок на 15-е сутки после первого опороса. Отобранные свиноматки по принципу пар-аналогов были разделены на 3 группы по показателям породы, воспроизводительных качеств и репродуктивного здоровья.

Результаты. Установлено, что внутримышечное инъектирование в дозе 5 мл на голову на 15-е, 20-е и 25-е сутки после опороса иммунотропного препарата PigStim-C животным 1-й опытной группы, и PigStim-M — животным 2-й опытной группы способствует: сокращению периода от отъема до проявления феномена охоты и наступления оптимального периода для осеменения на 4,5–9,1%; повышению плодотворности осеменения с 90% в контрольной группе до 100%; улучшению показателя многоплодия свиноматок на 8,1–8,6% и снижению количества мертворожденных поросят на 16,7–33,3%; уменьшению числа свиноматок с затянувшимся опоросом в 2–3 раза и, как результат, снижению возникновения у них послеродовых патологий репродуктивных органов, таких как синдром метрит-мастит-агалактия, а также повышению эффективности терапевтических мероприятий при возникновении заболеваний; снижению заболеваемости молодняка свиней, полученного от этих свиноматок при очередном опоросе, на 36,8–41,5%, повышению их сохранности на 1,45–2,97% и увеличению живой массы в конце периода выращивания на 0,16–0,18 кг, доращивания — на 1,1–1,22 кг, а при снятии с откорма — на 3,6–4,0 кг.

Ключевые слова: свиноматки, поросята-сосуны, иммунотропные препараты PigStim-C и PigStim-M, синдром метрит-мастит-агалактия, заболеваемость и сохранность

Для цитирования: Никитин Д.А., Семенов В.Г., Гладких Л.П., Столбов Е.В., Коваленко А.В. Иммунотропные препараты серии PigStim в обеспечении репродуктивных и продуктивных качеств свиней. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 45–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-45-50>

© Никитин Д.А., Семенов В.Г., Гладких Л.П., Столбов Е.В., Коваленко А.В.

Immunotropic preparations of the PigStim series in ensuring the reproductive and productive qualities of pigs

ABSTRACT

Relevance. One of the unsolved problems of modern industrial pig breeding remains the problem of preserving the health and realizing the reproductive potential of the breeding stock. In the light of the above, it seems promising to develop, test and introduce into practical veterinary medicine new therapeutic and preventive means that ensure the preservation of health, the actualization of productive and reproductive qualities of animals, the use of which would be economically feasible.

Methods. To set up the experiment, 30 heads of suckling sows were selected on the 15th day after the first farrowing. The selected sows were divided into 3 groups based on the breed, reproductive qualities and reproductive health according to the principle of pairs-analogues.

Results. It was found that intramuscular injection at a dose of 5 ml per head on the 15th, 20th and 25th days after farrowing of the immunotropic drug PigStim-C to animals of the 1st experimental group, and PigStim-M — to animals of the 2nd experimental group contributes to: reducing the period from weaning to the manifestation of phenomenon of heat and the onset of the optimal period for insemination by 4.5–9.1%; an increase in the fertility of insemination from 90% in the control group to 100%; an improvement in the multiplicity of sows by 8.1–8.6% and a decrease in the number of stillborn piglets by 16.7–33.3%; reducing the number of sows with prolonged farrowing by 2–3 times and, as a result, reducing the occurrence of postpartum pathologies of the reproductive organs, such as metritis-mastitis-agalactia syndrome, as well as to increase the effectiveness of therapeutic measures if pathologies occur; reducing the incidence of young pigs received from these sows during the next farrowing by 36.8–41.5%, an increase in their livability by 1.45–2.97% and an increase in live weight at the end of the growing period by 0.16–0.18 kg, at the end of rearing — by 1.1–1.22 kg, and when removed from fattening — by 3.6–4.0 kg.

Key words: sows, suckling pigs, immunotropic drugs Pigs team-C and Pigsteam-M, metritis-mastitis-agalactia syndrome, morbidity and livability

For citation: Nikitin D.A., Semenov V.G., Gladkikh L.P., Stolbov E.V., Kovalenko A.V. Immunotropic preparations of the PigStim series in ensuring the reproductive and productive qualities of pigs. Agrarian science. 2022; 364 (11): 45–50. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-45-50> (In Russian).

© Nikitin D.A., Semenov V.G., Gladkikh L.P., Stolbov E.V., Kovalenko A.V.

Введение / Introduction

Наряду с иными отраслями животноводства, обеспечивающими население страны мясной продукцией, свиноводство несет значительные потери от проблем, препятствующих достижению целевых показателей эффективности [1, 2]. Одной из нерешенных проблем современного индустриального свиноводства остается проблема сохранения здоровья и реализации воспроизводительного потенциала маточного поголовья [3–5]. Перед зооветеринарными специалистами остро стоит вопрос достижения плановых показателей воспроизводительных качеств [6, 7].

В настоящее время разработано большое число способов и средств, способствующих достижению целевых показателей воспроизводительных и продуктивных качеств свиней, однако лишь часть из них производится промышленностью и доступна на коммерческом рынке, а эффективность доступных потребителю препаратов не всегда оказывается достаточной, и целесообразность их применения зачастую экономически не обоснована [8–10]. Перспективными представляются разработка, испытание и внедрение в практику ветеринарии новых лечебно-профилактических средств, обеспечивающих сохранение здоровья, реализацию продуктивных и репродуктивных качеств животных, применение которых было бы экономически целесообразным [11, 12].

Цель настоящей работы — реализация воспроизводительных качеств свиноматок и продуктивности молодня свиней иммуностропными препаратами PigStim-C и PigStim-M, разработанными учеными ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научно-исследовательская работа проведена на базе свиноводческого комплекса Чебоксарского района Чувашской Республики. Для постановки опыта были отобраны 30 голов подсосных свиноматок породы йоркшир на 15-е сутки после первого опороса. Отъем поросят на предприятии осуществляется при достижении ими возраста 25 суток. Отобранные свиноматки по принципу пар-аналогов были разделены на 3 группы по показателям воспроизводительных качеств (возраст первого осеменения, плодотворность осеменения, многоплодие, крупноплодие, длительность опороса и др.) и репродуктивного здоровья. Животным 1-й опытной группы выполнили внутримышечное инъектирование иммуностропного препарата PigStim-C, а животным 2-й опытной группы — PigStim-M. Иммуностропные препараты свиноматкам 1-й и 2-й опытных групп инъектировали по одинаковой схеме, трехкратно на 15-е, 20-е и 25-е сутки после опороса в дозе 5 мл на голову. Обозначенные сроки применения иммуностропных препаратов согласуются со схемой вакцинаций, профилактических обработок и иных технологических мероприятий. Свиноматки контрольной группы были биологическим контролем, иммуностропные препараты им не вводились.

PigStim-C — комплексный иммуностропный препарат для реализации биологического потенциала сельскохозяйственных животных. Препарат представляет собой водную суспензию, содержащую 2,5% полисахаридного комплекса дрожжевых клеток, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением 1,5% производного бензимидазола и 5% антибактериального средства группы цефалоспоринов (разработан авторами статьи, патент РФ на изобретение № 2622981).

PigStim-M — комплексный препарат для стимуляции неспецифической резистентности организма, профилактики заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных, представляет собой водную суспензию, содержащую 2,5% полисахаридного комплекса дрожжевых клеток, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением 1,5% производного бензимидазола и 5% антибактериального препарата группы макролидов (разработан авторами статьи, патент РФ на изобретение № 2602687).

Условия содержания, кормления и обслуживания свиноматок подопытных групп были идентичными.

Осеменение свиноматок производилось нефракционным методом семенем хряков-производителей собственного стада. Подбор хряков для осеменения осуществлялся с соблюдением принципа пар-аналогов. Взятие и проверка спермы, приготовление рабочего раствора семени выполнялось в строгом соответствии с утвержденной технологией искусственного осеменения свиноматок.

Диагностику супоросности проводили методом ультразвукового исследования на 24–28-е сутки после осеменения. При выявлении беременности на 28-е сутки свиноматок переводили в цех ожидания, оборудованный групповыми станками. За 3–4 суток до опороса свиноматок переводили в цех опороса. За свиноматками велось постоянное наблюдение, у них фиксировались признаки приближающегося опороса. При необходимости свиноматкам оказывались родовспомогательные мероприятия.

В ходе опороса и в подсосном периоде велся строгий учет показателей воспроизводительных качеств и репродуктивного здоровья свиноматок. Фиксировались показатели продолжительности опороса, характер его течения, количества живорожденных и мертворожденных поросят, а также особенности течения послеродового периода.

У молодняка свиней, полученного от свиноматок подопытных групп, в периоды подсоса, дорастивания и откорма учитывали показатели клинико-физиологического состояния, динамику роста и сохранность.

Динамику роста молодняка свиней оценивали по показателям живой массы и ее среднесуточных приростов, методом группового взвешивания с использованием весов ВСП4-150 ЖСО (весы для взвешивания поросят) и весов МВСК С-НН-1,5 (1,5х1,5) с ограждением для взвешивания животных. Вес одной головы определяли расчетным методом — путем деления массы группы животных на число животных в группе. Среднесуточные приросты живой массы определяли расчетным способом — путем деления разницы масс свиней в конце и начале расчетного периода на количество суток расчетного периода.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты анализа репродуктивного здоровья и воспроизводительных качеств свиноматок на фоне иммунопрофилактики приведены в табл. 1.

Продолжительность периода от отъема до проявления феномена охоты и наступления оптимального периода для осеменения в разрезе групп различалась. Так, феномен охоты у свиноматок контрольной группы выявлен и осеменение произведено в среднем по группе через $4,4 \pm 0,24$ суток после отъема у них поросят. В 1-й и 2-й опытных группах продолжительность периода от отъема поросят до проявления феномена охоты и на-

Таблица 1. Воспроизводительные качества и репродуктивное здоровье свиноматок

Table 1. Reproductive qualities and reproductive health of sows

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Количество свиноматок в группе, n	10	10	10
Продолжительность периода от отъема до осеменения, сут.	4,4±0,24	4,2±0,20*	4,0±0,32*
Свиноматок с продолжительностью периода от отъема до осеменения более 4 сут., гол.	4	2	1
Число осемененных свиноматок, гол.	10	10	10
Плодотворно осемененных свиноматок, гол.	9	10	10
Плодотворность осеменения, %	90	100	100
Успешно опоросилось, гол.	9	10	10
Продолжительность опороса, ч	4,3±0,54	3,2±0,34*	3,3±0,34*
Число свиноматок с продолжительностью опороса более 3 ч, гол./%	6/66,6	2/20	3/30
Числ свиноматок, нуждавшихся в родовспоможении, гол.	2/22,2	1/10	1/10
Число свиноматок с диагностированными послеродовыми осложнениями, гол./% — из них выздоровело, гол./%	3/33,3 3/100	1/10 1/100	0/0 —
Эффективность лечения, %	100	100	—
Многоплодие, гол.	12,4±0,24	13,4±0,40	13,6±0,51
Мертворожденных, гол./свиноматку	0,60±0,24	0,40±0,24*	0,50±0,24
Получено поросят (всего от группы), гол.	112	134	136
Количество отнятых поросят (от 1 свиноматки), гол.	12,0±0,32	13,2±0,37*	13,2±0,49
Отнято поросят (всего с группы), гол.	108	132	132
Падеж до 25-сут. возраста, гол./гнездо	0,4±0,24	0,2±0,20*	0,4±0,24
Сохранность до 25-сут. возраста, %	96,80±1,96	98,58±1,42	97,12±1,77
Живая масса при отъеме (25 сут.), кг	7,96±0,10	8,14±0,13	8,12±0,10

Примечание: * — $P \leq 0,05$

ступления оптимального периода для осеменения оказалась достоверно меньше контрольных величин на 0,2 и 0,4 суток. К тому же установлено, что продолжительность периода от отъема поросят до проявления охоты оказалась больше 4 суток у 4 свиноматок контрольной группы, что достоверно выше значений 1-й и 2-й опытных групп (2 и 1 свиноматки соответственно). Следовательно, введение иммуностропных препаратов PigStim-C и PigStim-M способствует сокращению периода от отъема до проявления феномена охоты и наступления оптимального периода для осеменения свиноматок.

Ультразвуковой диагностикой супоросности установлено, что из 10 осемененных свиноматок 1-й и 2-й опытных групп супоросными оказались по 10 голов из каждой группы, тогда как в контрольной группе беременность диагностирована у 9 свиноматок из 10 осемененных. Следовательно, применение иммуностропных препаратов PigStim-C и PigStim-M способствует повышению плодотворности осеменения свиноматок.

Все супоросные свиноматки подопытных групп (9 в контрольной и по 10 в опытных группах) успешно опоросились. Но тем не менее выявлена достоверная разница в течении опороса и послеродового периода. Так, длительность опороса у свиноматок контрольной группы оказалась больше, чем у животных 1-й и 2-й опытных групп, соответственно на 1,1 и 1,0 часа. К тому же продолжительность опороса оказалась более 3 часов у 6 из 9 свиноматок контрольной группы, что на 46,6 и 36,6%, или в 2 и 3 раза, больше значений 1-й и 2-й опытных групп, в которых опорос затянулся соответственно у 2 и

3 из 10 свиноматок. В случае возникновения трудностей при опоросе, свиноматкам незамедлительно оказывалось родовспоможение.

При опоросе осложнения возникли у 2 свиноматок контрольной группы, что в 2 раза выше значений 1-й и 2-й опытных групп, в которых родовспоможение потребовалось лишь одной свиноматке из каждой группы. Таким образом, наблюдением за течением опороса свиноматок подопытных групп установлено, что иммуностропные препараты PigStim-C и PigStim-M при внутримышечном введении свиноматкам в подсосном периоде перед отъемом способствуют физиологическому течению родового процесса опороса и профилактируют возникновение трудностей при опоросе.

Дальнейшим наблюдением установлено, что течение послеродового периода у большинства свиноматок подопытных групп было физиологичным, тем не менее среднестатистическая картина в разрезе групп различалась. Так, среди свиноматок контрольной группы у 3 голов течение послеродового периода протекало с развитием патологических процессов, характеризующихся симптомами синдрома метрит-мастит-агалактия. В то же время среди свиноматок 1-й опытной группы на фоне применения иммуностропного препарата PigStim-C патологии течения послеродового периода диагностированы лишь у 1 свиноматки, тогда как среди животных 2-й опытной группы на фоне применения PigStim-M синдром метрит-мастит-агалактии диагностирован не был. Животные контрольной и 1-й опытной группы при диагностировании заболевания незамедлительно подвер-

гались лечению, терапевтические мероприятия были эффективны в 100% случаев.

При анализе показателей репродуктивных качеств свиноматок установлено, что плодотворность осеменения на фоне иммунопрофилактики организма достигла 100% на фоне 90%-ной плодотворности в контрольной группе. Показатель многоплодия увеличился на 8,1% при использовании PigStim-C и на 9,7% — PigStim-M, а количество мертворожденных поросят снизилось на 33,3 и 16,6% соответственно. В итоге от свиноматок 1-й и 2-й опытных групп получено поросят соответственно на 22 и 24 головы больше, чем от свиноматок контрольной группы.

Показатели заболеваемости и сохранности потомства свиноматок подопытных групп представлены в таблице 2.

Из 112 поросят, полученных от 9 свиноматок контрольной группы, за подсосный период болезни диагностированы у 63. В 1-й опытной группе заболевания выявлены у 43 из 134 поросят-сосунов, а во 2-й опытной группе — у 39 из 136. Таким образом, заболеваемость поросят-сосунов контрольной группы оказалась выше значений 1-й опытной группы на 24,16%, а 2-й опытной — на 27,57%. Течение болезней у поросят-сосунов всех групп не отличалось и характеризовалось симптомами синдрома диспепсии.

Лечение всех поросят было идентичным и заключалось в применении антибактериальных препаратов. При этом из 63 заболевших поросят контрольной группы излечились 59, 4 поросенка-сосуна пало. Среди заболевших поросят, полученных от свиноматок 1-й и 2-й опытных групп, излечились соответственно 41 из 43 и 35 из 39.

Таким образом, анализ ветеринарно-статистической отчетности свидетельствует о том, что применение иммуноотропных препаратов серии PigStim свиноматкам в послеродовом периоде способствует профилактике болезней и повышению сохранности поросят, полученных при последующем опоросе.

После отъема, в период дорастивания, среди поросят-отъемышей также спорадически диагностировались заболевания незаразной этиологии (бронхиты, отечная болезнь поросят и др.). Всем заболевшим животным оказывалась медикаментозная помощь согласно принятой в хозяйстве схеме.

В период дорастивания среди поросят 1-й и 2-й опытных групп за период дорастивания заболеваний было меньше соответственно на 11,6 и 13,9%. Терапия всех заболевших поросят опытных групп была успешной.

Период откорма также не обошелся без возникновения болезней свиней. Болезни свиней в этот пери-

Таблица 2. Заболеваемость и сохранность молодняка свиней

Table 2. Morbidity and safety of young pigs

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Число поросят при рождении, гол.	112	134	136
Заболело поросят-сосунов, гол. из них выздоровело	63 59	43 41	39 35
Пало до 25-сут. возраста, гол.	4	2	4
Сохранность до 25-сут. возраста, %	96,43	98,51	97,06
Число поросят при отъеме в возрасте 25 суток, гол.	108	132	132
Заболело поросят-отъемышей, гол. из них выздоровело	24 23	14 14	11 11
Пало за период дорастивания, гол.	1	0	0
Сохранность поросят-отъемышей, %	99,07	100,00	100,00
Сохранность за весь период выращивания и дорастивания, %	95,54	98,51	97,06
Переведено в цех откорма, гол.	107	132	132
Заболело за период откорма, гол. из них выздоровело	19 19	10 10	12 12
Сохранность свиней на откорме, %	100,00	100,00	100,00
Сохранность за весь период, %	95,54	98,51	97,06
Снято с откорма, гол.	107	132	132

Таблица 3. Динамика роста молодняка свиней

Table 3. Growth dynamics of young pigs

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Живая масса, кг			
При отъеме в возрасте 25 сут.	7,96±0,10	8,14±0,13	8,12±0,10
В конце периода дорастивания, 71 сут.	31,52±0,30	32,62±0,17*	32,74±0,23*
В конце периода откорма, 171 сут.	120,6±0,93	124,2±1,07*	124,6±0,93*
Среднесуточный прирост, г			
За подсосный период	278,4±4,12	285,6±5,15	284,8±3,88
За период дорастивания	512,2±4,37	532,2±2,35**	535,2±3,85**
За период откорма	890,8±7,83	915,8±9,81*	918,6±7,59*
В среднем за все периоды	699,4±5,38	720,4±6,26*	722,8±5,43*
Примечание: * — P < 0,05; ** — P < 0,01			

од преимущественно характеризовались кашлем без повышения температуры тела и без ухудшения общего клинико-физиологического состояния (бронхит незаразной этиологии). Кроме того, в период откорма среди свиней довольно часто регистрировались патологии суставов (артриты). В целом за период откорма среди животных контрольной группы диагностировано 19 заболеваний, тогда как в 1-й опытной — лишь 10, а во 2-й опытной — 12. В контрольной группе у молодняка в период откорма заболеваемость имела значения 17,8%, тогда как в 1-й и 2-й опытных группах анализируемый показатель оказался ниже соответственно на 10,2 и 8,7% и имел значения, равные 7,6 и 9,1%.

За период откорма падежа молодняка свиней в подопытных группах не было, сохранность составила 100%. В среднем за весь период выращивания, дорастивания и откорма из 112 поросят контрольной группы с откорма снято 107 голов, 5 голов пало. Из 134 и 136 поросят,

полученных от свиноматок 1-й и 2-й опытных групп, с откорма снято по 132 головы с каждой группы. Следовательно, сохранность молодняка свиней к концу периода откорма в 1-й и 2-й опытных группах оказалась выше значений контрольной группы на 2,97 и 1,52% соответственно. Динамика роста молодняка свиней представлена в табл. 3.

Живая масса поросят на фоне внутримышечного введения свиноматкам иммуностимуляторов PigStim-C и PigStim-M при отъеме оказалась выше контрольных значений на 0,18 и 0,16 кг.

В период дорастивания и откорма молодняк свиней опытных групп также рос более интенсивно, чем сверстники контрольной группы, и к тому же разница показателей живой массы в конце этих периодов была статистически достоверной.

Выводы / Conclusion

Результаты проведенной научно-исследовательской работы свидетельствуют о позитивном влиянии иммуностимуляторов PigStim-C и PigStim-M на воспроизводительные качества свиноматок и показатели роста и мясной продуктивности полученных от них

поросят. Установлено, что внутримышечное введение иммуностимуляторов PigStim на 15-е, 20-е и 25-е сутки после опороса способствует:

- сокращению периода от отъема до проявления феномена охоты и наступления оптимального периода для осеменения на 4,5–9,1%;

- повышению эффективности осеменения с 90% в контрольной группе до 100%;

- улучшению показателя многоплодия свиноматок на 8,1–8,6% и снижению количества мертворожденных поросят на 16,7–33,3%;

- уменьшению числа свиноматок с затянувшимся опоросом в 2–3 раза и, как результат, снижению возникновения у них послеродовых патологий репродуктивных органов, таких как синдром метрит-мастит-агалактия, а также повышению эффективности терапевтических мероприятий при возникновении заболеваний;

- снижению заболеваемости молодняка свиней, полученного от этих свиноматок при очередном опоросе, на 36,8–41,5%, повышению их сохранности на 1,45–2,97% и увеличению живой массы в конце периода выращивания на 0,16–0,18 кг, дорастивания — на 1,1–1,22 кг, а при снятии с откорма — на 3,6–4,0 кг.

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. Шичкин Г.И., Лебедев С.В., Костюк Р.В., Шичкин Д.Г. Производство говядины: состояние и перспективы. Молочное и мясное скотоводство. 2021; 8: 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001. eLIBRARY ID: 47635347. EDN: XOFVCT.
2. Prokopyeva M., Nesterova O., Sereda N. On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary). 2020; 604: 012022. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012022. eLIBRARY ID: 45091922. EDN: JVBHNN.
3. Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Protein content in milk of holstein black-and-white cows. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary) 2020;604: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012025. eLIBRARY ID: 45096469. EDN: IXHRLW.
4. Воронова И.В., Игнатиева Н.Л., Немцева Е.Ю. Современные аспекты кормления молочных коров. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021; 1(53): 164-169. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. eLIBRARY ID: 45610403. EDN: PYJHR.
5. Середина Н.В., Прокопьева М.В., Нестерова О.П. Влияние биопрепаратов на мясную продуктивность сельскохозяйственных животных. Ветеринария. 2020; 6: 42-46. DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.6.42-46. eLIBRARY ID: 43045376. EDN: RFQKTZ.
6. Ignatieva N.L., Voronova I.V., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle. IOP Conference Series Earth and Environmental Science (Cheboksary). 2021; 935: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/935/1/012025. eLIBRARY ID: 47544729. EDN: NCUCY.
7. Шевелева О.М., Бахарева А.А., Шатунов С.В. Продуктивные и племенные качества крупного рогатого скота породы салерс в условиях Северного Зауралья. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021; 2(65): 109-114. eLIBRARY ID: 46151215. EDN: FOOOSN.
8. Зырянова С.В., Абрамова М.В., Ильина А.В., Коновалов А.В. Мониторинг селекционно-генетических характеристик продуктивных признаков крупного рогатого скота. Молочное и мясное скотоводство. 2021; 8: 19-23. DOI 10.33943/MMS.2021.46.39.005. eLIBRARY ID: 47635352. EDN: TLBDIA.
9. Мкртчян Г.В., Бакай Ф.Р., Богданова Т.В. Генетические корреляции между хозяйственно-полезными признаками у коров разных генераций. Зоотехния. 2021; 12: 4-7. DOI 10.25708/ZT.2021.24.30.002. eLIBRARY ID: 47318132. EDN: GAQZZN.

REFERENCES

1. Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V., Shishkin D.G. Beef production: state and prospects. Dairy and beef cattle breeding. 2021; 8: 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001. eLIBRARY ID: 47635347. EDN: XOFVCT. (In Russian)
2. Prokopyeva M., Nesterova O., Sereda N. On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary). 2020; 604: 012022. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012022. eLIBRARY ID: 45091922. EDN: JVBHNN.
3. Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Protein content in milk of holstein black-and-white cows. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary) 2020;604: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012025. eLIBRARY ID: 45096469. EDN: IXHRLW.
4. Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Modern feeding aspects of dairy cows. Bulletin of the Ulyanovsk State Agriculural Academy. 2021; 1 (53): 164-169. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. eLIBRARY ID: 45610403. EDN: PYJHR. (In Russian)
5. Sereda N.V., Prokopyeva M.V., Nesterova O.P. The influence of biological products on the meat productivity of farm animals. Veterinary medicine. 2020; 6: 42-46. DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.6.42-46. eLIBRARY ID: 43045376. EDN: RFQKTZ. (In Russian)
6. Ignatieva N.L., Voronova I.V., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle. IOP Conference Series Earth and Environmental Science (Cheboksary). 2021; 935: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/935/1/012025. eLIBRARY ID: 47544729. EDN: NCUCY.
7. Sheveleva O.M., Bakharev A.A., Shatunov S.V. Productive and breeding qualities of Salers cattle in the conditions of the Northern Trans-Urals. Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. 2021; 2(65): 109-114. eLIBRARY ID: 46151215. EDN: FOOOSN. (In Russian)
8. Zyryanova S.V., Abramova M.V., Ilyina A.V., Konovalov A.V. Monitoring of breeding and genetic characteristics of productive traits of cattle. Dairy and beef cattle breeding. 2021; 8: 19-23. DOI 10.33943/MMS.2021.46.39.005. eLIBRARY ID: 47635352. EDN: TLBDIA. (In Russian)
9. Mkrtchyan G.V., Bakai F.R., Bogdanova T.V. Genetic correlations between economically useful traits in cows of different generations. Zootechny. 2021; 12: 4-7. DOI 10.25708/ZT.2021.24.30.002. eLIBRARY ID: 47318132. EDN: GAQZZN. (In Russian)

10. Garkovenko A. V., Radchenko V.V., Ilitskaya E.V., et al. Polymorphism of cattle microsatellite complexes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (6): 1545-1551. eLIBRARY ID: 35755912. EDN: YBYWXB.

11. Шевелева О.М., Бахарева А.А. Рекомендации по технологии мясного скотоводства. Тюмень: Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. 2012. с. 40. eLIBRARY ID: 43319712. EDN: XWFCGY.

12. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., et al. Biotechnological characteristics of meat cattle breeds in the Tyumen region. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (9): 2383-2390. eLIBRARY ID: 38645820. EDN: GYEGGS.

13. Berribe M.J., Carignano H.A., Lopez-Villalobos N., Poli M.A., Roldan D.L. QTL detection for fat yield on BTA14 using linkage disequilibrium based methods. 10th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. Vancouver BC. Communication. 2014; 617.

14. Casas E., Duan Q., Schneider M.J., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Cundiff L.V., et al. Polymorphisms in calpastatin and mu-calpain genes are associated with beef iron content. *Amin. Genet*. 2014; 45: 283-4.

15. Casas E., Hessman B.E., Keele J.W., Ridpath J.F. A genome-wide association study for the incidence of persistent bovine viral diarrhoea virus infection in cattle. *Amin. Genet*. 2015; 46: 8-15. doi: 10.1111/age.12239.

16. Hu Z.L., Park C.A., Reedy J.M. Developmental progress and current status of the animal QTLdb. *Nucleic Acids Res*. 2016; 44: 827-33. doi: 10.1093/nar/gkv1233.

17. Шевелева О.М., Часовщикова М.А., Бахарева А.А. Полиморфизм микросателлитных локусов крупного рогатого скота герефордской породы. *АгроЭкоИнфо*. 2018; 3(33): 44. eLIBRARY ID: 36349963. EDN: YMJHBZ.

18. Алексеев И.А., Волков А.М., Иванова Р.Н., Ефимова И.О. Опыт выращивания телят с применением пробиотика споробактерина. *Аграрный вестник Урала*. 2015; 2(132): 12-15. eLIBRARY ID: 23675595. EDN: TYCKSB.

10. Garkovenko A. V., Radchenko V.V., Ilitskaya E.V., et al. Polymorphism of cattle microsatellite complexes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (6): 1545-1551. eLIBRARY ID: 35755912. EDN: YBYWXB.

11. Sheveleva O.M., Bakharev A.A. Recommendations on the technology of beef cattle breeding. Tyumen: Tyumen State Agricultural Academy. 2012. p. 40. eLIBRARY ID: 43319712. EDN: XWFCGY. (In Russian)

12. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., et al. Biotechnological characteristics of meat cattle breeds in the Tyumen region. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (9): 2383-2390. eLIBRARY ID: 38645820. EDN: GYEGGS.

13. Berribe M.J., Carignano H.A., Lopez-Villalobos N., Poli M.A., Roldan D.L. QTL detection for fat yield on BTA14 using linkage disequilibrium based methods. 10th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. Vancouver BC. Communication. 2014; 617.

14. Casas E., Duan Q., Schneider M.J., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Cundiff L.V., et al. Polymorphisms in calpastatin and mu-calpain genes are associated with beef iron content. *Amin. Genet*. 2014; 45: 283-4.

15. Casas E., Hessman B.E., Keele J.W., Ridpath J.F. A genome-wide association study for the incidence of persistent bovine viral diarrhoea virus infection in cattle. *Amin. Genet*. 2015; 46: 8-15. doi: 10.1111/age.12239.

16. Hu Z.L., Park C.A., Reedy J.M. Developmental progress and current status of the animal QTLdb. *Nucleic Acids Res*. 2016; 44: 827-33. doi: 10.1093/nar/gkv1233.

17. Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Bakharev A.A. Polymorphism of microsatellite loci of Hereford cattle. *AgroEcolInfo*. 2018; 3(33): 44. eLIBRARY ID: 36349963. EDN: YMJHBZ. (In Russian)

18. Alekseev I.A., Volkov A.M., Ivanova R.N., Efimova I.O. The experience of raising calves using the probiotic sporobacterin. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015; 2(132): 12-15. eLIBRARY ID: 23675595. EDN: TYCKSB. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Анатольевич Никитин,

доктор ветеринарных наук, профессор кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 27, ул. Карла Маркса, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: Nikitin_d_a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4765-8742>

Владимир Григорьевич Семенов,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 27, ул. Карла Маркса, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Любовь Павловна Гладких,

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 27, ул. Карла Маркса, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: Gladkih_l_p@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0843-4359>

Евгений Владимирович Столбов,

соискатель кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 27, ул. Карла Маркса, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: Nikitin_d_a@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-7322-0202>

Алёна Витальевна Коваленко,

аспирант кафедры морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, д. 27, ул. Карла Маркса, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

E-mail: kovalenkoa15051998@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9089-2481>

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitry Anatolyevich Nikitin,

doctor of veterinary sciences, professor of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, 27, Karl Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: Nikitin_d_a@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4765-8742>

Vladimir Grigoryevich Semenov,

doctor of biological science, professor, head of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, 27, Karl Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Lyubov Pavlovna Gladkih,

candidate of veterinary sciences, the senior teacher of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, 27, Karl Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: Gladkih_l_p@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0843-4359>

Evgeny Vladimirovich Stolbov,

the applicant of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, d. 27, ul. Karla Marksa, g. Cheboksary, Chuvashskaya respublika, 428003, Rossiyskaya Federatsiya

E-mail: Nikitin_d_a@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-7322-0202>

Alyona Vitalievna Kovalenko,

postgraduate student of the department of morphology, obstetrics and therapy of Chuvash State Agrarian University, 27, Karl Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

E-mail: kovalenkoa15051998@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9089-2481>

УДК 636.084.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-51-54

А. Ю. Лаврентьев¹,
Н. В. Евдокимов¹,
В. С. Шерне²,
Л. Р. Михайлова¹, ✉
А. И. Дарьин³,
Л. В. Жестянова¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² ООО «Натуральные продукты Поволжья», Чебоксары, Российская Федерация

³ Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Российская Федерация

✉ Lmikhaylova01@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-51-54

Anatoly Yu. Lavrentiev¹,
Nikolay V. Evdokimov¹,
Vitaly S. Sherne²,
Lilia R. Mikhaylova¹, ✉
Alexander I. Daryin³,
Lyudmila V. Zhestyanova¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² LLC "Natural Products of the Volga Region", Cheboksary, Russian Federation

³ Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

✉ Lmikhaylova01@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные качества свиноматок

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Живая масса свиней тесно связана с процессом роста и развития их организма. Она изменяется в зависимости от скорости роста животных, обуславливается генетическими факторами и условиями внешней среды. Цель исследования — изучение влияния живой массы и возраста на продуктивные качества свиноматок.

Методы. На базе ФГУП «Колос» Цивильского района Чувашской Республики была проведена оценка 50 свиноматок крупной белой породы по комплексу признаков: экстерьеру, развитию, живой массе, продуктивности. Для выявления классности маток использовали инструкцию по бонитировке свиней. Кормление свиней осуществлялось по рационам в соответствии с нормами кормления.

Результаты. По молочности разница между первым и пятым опоросами составляет 5,3 кг, по массе гнезда в 2 месяца — 16,6 кг. Отход в первом и втором опоросах — 11%, в третьем — 10%, и четвертом и пятом опоросах сохранность составила 96 и 95%. С увеличением многоплодия молочность и масса гнезда в 2 месяца увеличиваются, разница между многоплодием в 9 и 12 поросят по молочности составила 4,3 кг, по массе гнезда в 2 месяца — 25,1 кг. С увеличением живой массы свиноматок увеличивается многоплодие, молочность, и масса гнезда в 30 дней и в 2 месяца. Разница по многоплодию между первой и третьей группой составила 1,8 головы, по молочности — 6,3 кг, по массе гнезда в 30 дней — 9,31 кг, а в 2 месяца — 23,95 кг. В наших исследованиях себестоимость одного новорожденного поросенка по 3-му, 4-му, 5-му опоросам при живой массе свиноматки свыше 180 кг была ниже на 10–18%, чем поросенка, полученного по 1-му, 2-му опоросам от свиноматки массой до 180 кг.

Ключевые слова: свиноматки, живая масса, возраст, опоросы, многоплодие, молочность, сохранность, себестоимость

Для цитирования: Лаврентьев А.Ю., Евдокимов Н.В., Шерне В.С., Михайлова Л.Р., Дарьин А.И., Жестянова Л.В. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные качества свиноматок. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 51–54. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-51-54>

© Лаврентьев А.Ю., Евдокимов Н.В., Шерне В.С., Михайлова Л.Р., Дарьин А.И., Жестянова Л.В.

The influence of some paratypical factors on the reproductive qualities of sows

ABSTRACT

Relevance. The live weight of pigs is closely related to the process of growth and development of their organism. It varies depending on the growth rate of animals, is determined by genetic factors and environmental conditions. The aim of the article is to study the influence of live weight and age on the productive qualities of sows.

Methods. On the basis of FGUP "Kolos" of the Tsvilsky district of the Chuvash Republic, 50 sows of a Large white breed were evaluated according to a set of characteristics: exterior, development, live weight, productivity. To identify the rating of the sow, the instructions for pig bonitization were used. The pigs were fed according to the rations in accordance with the feeding standards.

Results. According to the milk content, the difference between the first and fifth farrowing is 5.3 kg, according to the weight of the nest in 2 months — 16.6 kg. The mortality in the first and second farrowing was 11%, in the third — 10%, and in the fourth and fifth farrowing the livability was 96 and 95%. With an increase in prolificacy the milk yield and nest weight increase in 2 months, the difference between multiple births with 9 and 12 piglets by the milk yield was 4.3 kg, by nest weight in 2 months — 25.1 kg. With an increase in the live weight of sows increase prolificacy, milk production, and nest weight in 30 days and in 2 months. The difference in prolificacy between the first and third groups was 1.8 heads, in milk production — 6.3 kg, in nest weight at 30 days — 9.31 kg, and at 2 months — 23.95 kg. In our studies, the cost of one newborn piglet of sows on 3rd, 4th, 5th farrowings and with a live weight of over 180 kg was 10–18% lower than of a piglet received from sows on 1st, 2nd farrowings and weighing up to 180 kg.

Key words: sows, live weight, age, farrowing, prolificacy, milk production, livability, cost

For citation: Lavrentiev A.Yu., Evdokimov N.V., Sherne V.S., Mikhaylova L.R., Daryin A.I., Zhestyanova L.V. The influence of some paratypical factors on the reproductive qualities of sows. Agrarian science. 2022; 364 (11): 51–54. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-51-54> (In Russian).

© Lavrentiev A.Yu., Evdokimov N.V., Sherne V.S., Mikhaylova L.R., Daryin A.I., Zhestyanova L.V.

Введение / Introduction

Современное свиноводство — это высокоразвитая отрасль животноводства с огромным производственным потенциалом. На основании научных достижений в области свиноводства были получены высокие результаты в области разведения, кормления и содержания свиней, что позволило значительно повысить продуктивность животных [1–4].

Эффективность свиноводства тесно связана с организацией воспроизводства стада, которое включает в себя систему использования хряков и маток (подготовку их к осеменению, полноценное кормление, проведение опоросов, выращивание поросят-сосунов и обеспечение их сохранности). Одним из важнейших показателей продуктивности свиноматок являются их воспроизводительные качества [5–7].

На практике с экономических позиций очень часто воспроизводительные качества маток оценивают количеством выращенных к отъему поросят за год, и этот показатель характеризует интенсивность использования основных свиноматок. Как указывают исследователи, на практике очень часто пользуются только этим показателем, поскольку многоплодие свиней имеет высокую корреляцию с другими воспроизводительными качествами маток [8–11].

Живая масса свиней изменяется в зависимости от скорости роста животных, обуславливается генетическими факторами и условиями внешней среды. Уровень живой массы и характер её изменений определяют биологические и хозяйственно полезные признаки. В этой связи знание закономерностей изменений живой массы даёт большие возможности для изменения уровня и направления продуктивности животных в желательную сторону [12–14].

Цель исследования — изучение влияния живой массы и возраста на продуктивные качества свиноматок.

Материал и методы исследования / Materials and method

Для выполнения этой цели на базе ФГУП «Колос» Цивильского района Чувашской Республики была проведена оценка 50 свиноматок крупной белой породы по комплексу признаков: экстерьеру, развитию, живой массе, продуктивности. Для выявления классности маток использовали инструкцию по бонитировке свиней [15]. Кормление свиней осуществлялось по рационам в соответствии с нормами кормления [16].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализируя развитие и продуктивность свиноматок крупной белой породы в нашем исследовании, нуж-

но отметить, что средняя живая масса их составляет $210,0 \pm 4,36$ кг, многоплодие — 9,9 голов, молочность — 50,9 кг, масса гнезда в 30 дней — 74,8 кг, в 2-месячном возрасте — 150,5 кг, сохранность поросят — 91,8%.

Значительное влияние на продуктивность оказывает возраст маток. Обычно свиноматки первого опороса показывают пониженное многоплодие, а с возрастом оно увеличивается. При наступлении старости — вновь понижается. По данным ряда исследований, многоплодие маток возрастает до четвертого опороса и снижается постепенно после 7–8-го опоросов [14].

При анализе данных таблицы 1 нужно отметить, что с увеличением возраста маток многоплодие, молочность и масса гнезда в 30 дней и в 2-месячном возрасте повышаются. По молочности разница между первым и пятым опоросами составляет 5,3 кг, по массе гнезда в 2 месяца — 16,6 кг. Отход в первом и втором опоросах — 11%, в третьем — 10%, и четвертом и пятом опоросах сохранность составила 96 и 95%.

Многоплодие является важным хозяйственным показателем, так как от него зависит количество полученного потомства в год от матки, что, в свою очередь, связано с себестоимостью производства — чем больше получено молодняка, тем ниже его себестоимость.

Из таблицы 2 видно, что с увеличением многоплодия, молочность и масса гнезда в 2 месяца увеличиваются, разница между многоплодием в 9 и 12 поросят помолочности составила 4,3 кг, по массе гнезда в 2 месяца — 25,1 кг.

Молочная продуктивность свиноматок играет решающую роль в выращивании многочисленного высококачественного потомства и является важнейшим селекционным признаком.

Специальными опытами и хозяйственной практикой установлено, что с увеличением размера маток увеличивается многоплодие, крупноплодность и молочность. Иначе говоря, живая масса свиней является ведущим признаком, имеющим большое хозяйственное значение и позволяющим сохранить число селекционных признаков. Все эти качества способствуют получению большого количества жизнеспособного потомства [17, 18].

При одинаковом возрасте более крупные матки имеют повышенную плодовитость и молочность по сравнению с менее крупными.

При анализе таблицы 3 нужно отметить, что с увеличением живой массы свиноматок увеличивается многоплодие, молочность и масса гнезда в 30 дней и в 2 месяца.

Разница по многоплодию между первой и третьей группой составила 1,8 головы, по молочности — 6,3 кг, по массе гнезда в 30 дней — 9,31 кг, а в 2 месяца — 23,95 кг.

Таблица 1. Продуктивность свиноматок в зависимости от возраста

Table 1. Productivity of the studied sows depending on age

Возраст в опоросах	Кол-во гол.	Продуктивность					Сохранность, %
		многоплодие, гол.	молочность, кг	масса гнезда в 30 дней, кг	масса гнезда в 2 месяца, кг	отнято, гол.	
1	10	9,1 $\pm$ 0,35	49,2 $\pm$ 0,47	72,3 $\pm$ 0,69	142,3 $\pm$ 2,81	8,0	89
2	10	9,7 $\pm$ 0,26	48,8 $\pm$ 0,76	71,7 $\pm$ 1,12	141,5 $\pm$ 3,95	8,6	89
3	10	10,2 $\pm$ 0,33	50,3 $\pm$ 0,27	73,9 $\pm$ 1,43	153,2 $\pm$ 3,08	9,2	90
4	10	10,1 $\pm$ 0,28	51,6 $\pm$ 1,10	75,8 $\pm$ 1,61	155,8 $\pm$ 2,32	9,7	96
5	10	10,2 $\pm$ 0,36	54,5 $\pm$ 0,93	80,1 $\pm$ 1,38	158,9 $\pm$ 2,43	9,9	95

Таблица 2. Влияние многоплодия на молочность и отъемную массу гнезда

Table 2. The effect of prolificacy on milk production and weaning weight of the nest

Многоплодие, гол.	Кол-во свиноматок, гол.	Продуктивность		
		молочность, кг	масса гнезда в 30 дней, кг	масса гнезда в 2 месяца, кг
9	13	48,7±0,43	71,6±0,68	140,6±1,59
10	17	50,7±0,79	74,5±1,17	153,4±2,24
11	14	51,2±0,79	75,3±1,16	158,4±2,37
12 и более	6	53,0±1,08	78,0±1,59	165,7±3,99

Таблица 3. Влияние живой массы на продуктивность свиноматок

Table 3. The effect of live weight on the productivity of sows

Группы	Живая масса, кг	Кол-во, гол.	Продуктивность					Сохранность, %
			многоплодие, гол.	молочность, кг	масса гнезда в 30 дней, кг	масса гнезда в 2 мес., кг	отнято, гол.	
I	До 180	4	8,7±0,63	47,0±0,50	69,09±0,75	139,3±3,22	8,0	91,9
II	181–200	12	10,6±0,29	52,36±0,65	76,96±0,96	160,4±2,85	9,7	91,5
III	201 и выше	34	10,5±0,16	53,3±0,53	78,4±0,80	163,2±1,61	9,8	93,3

В первой группе отход составил 8,1%, во второй — 8,5%, в третьей группе сохранность была выше на 1,4 и 1,8%.

Основным показателем развития свиноводства является уровень и эффективность производства продукции, которые характеризуются производительностью труда работников, себестоимостью и рентабельностью отрасли.

В наших исследованиях себестоимость одного новорожденного поросенка по третьему, четвертому, пятому опоросам при живой массе свиноматки свыше 180 кг была ниже на 10–18%, чем поросенка, полученного по первому, второму опоросам от свиноматки массой до 180 кг.

Выводы / Conclusion

В технологии производства свинины с целью дальнейшего совершенствования продуктивных качеств свиноматок и более полной реализации генетического потенциала продуктивности необходимо вести отбор ремонтного молодняка от лучших свиноматок с учетом их возраста и живой массы, так как её изменения определяют биологические и хозяйственно-полезные признаки свиноматок. В ходе эксперимента было выявлено, что с увеличением живой массы свиноматок увеличивается многоплодие, молочность и масса гнезда.

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. Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Влияние природных цеолитов на продуктивные качества молодняков свиней. *Зоотехния*. 2021;10: 20-23. DOI 10.25708/ZT.2021.95.88.005
2. Файзуллин Р.А., Сайфутдинов М.Р. Некоторые хозяйственно-полезные признаки свиней крупной белой породы ООО «Россия». *Аграрная наука*. 2021;354(11-12):56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59>
3. Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Применение природных цеолитов в комбикормах молодняков свиней. *Аграрная наука*. 2021; 3: 43-47. DOI 10.32634/0869-8155-2021-346-3-43-47
4. Daryin A., Busov A., Kerdyashov N. Reproductive qualities of sows with different duration of the service period and lactation. *Scientific papers-series d-animal science*. 2021; 64: 2: 161-165.
5. Daryin A., Kershov N., Shishkina T., Guseva T. Efficiency of using *Echinacea purpurea* in feeding laying hens of a parent flock. *Scientific papers-series d-animal science*. 2020; 63: 2: 112-117.
6. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Tsis E. Yu. [et al.] PSIII-23 Effect of feed antioxidants on behavior and stress resistance of fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2020; 98: S4: 364-365. DOI 10.1093/jas/skaa278.640.
7. Nekrasov R. V., Bogolyubova N. V., Chabaev M. G. [et al.] Taxifolin impact on the consequences of moderate heat stress in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2021; 99: S3: 416-417. DOI 10.1093/jas/skab235.750.

REFERENCES

1. Mikhaylova L. R., Zhestyanova L. V., Lavrentiev A. Yu., Sherne V. S. The influence of natural zeolites on the productive qualities of young pigs. *Zootekhnika*. 2021;10: 20-23 (In Russian)
2. Fayzullin R.A., Sayfutdinov M.R. Some economically useful signs of the pigs of a Large White breed in ООО "Rossiya". *Agrarian science*. 2021;354 (11-12):56-59. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-56-59>
3. Mikhaylova L. R., Zhestyanova L. V., Lavrentiev A. Yu., Sherne V.S. The use of natural zeolites in compound feeds of young pigs. *Agrarnaya nauka*. 2021; 3: 43-47 (In Russian).
4. Daryin A., Busov A., Kerdyashov N. Reproductive qualities of sows with different duration of the service period and lactation. *Scientific papers-series d-animal science*. 2021; 64: 2: 161-165.
5. Daryin A., Kershov N., Shishkina T., Guseva T. Efficiency of using *Echinacea purpurea* in feeding laying hens of a parent flock. *Scientific papers-series d-animal science*. 2020; 63: 2: 112-117.
6. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Tsis E. Yu. [et al.] PSIII-23 Effect of feed antioxidants on behavior and stress resistance of fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2020; 98: S4: 364-365. DOI 10.1093/jas/skaa278.640.
7. Nekrasov R. V., Bogolyubova N. V., Chabaev M. G. [et al.] Taxifolin impact on the consequences of moderate heat stress in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2021; 99: S3: 416-417. DOI 10.1093/jas/skab235.750.

8. Мысик А.Т., Некрасов Р.В., Чабаяев М.Г., Махаев Е.А., Бадырханов М.Б., Магомедалиев И.М. Особенности системы нормированного кормления свиней в ООО «Царь мясо» Брянской области. *Зоотехния*. 2016; 9: 14-17.
9. Некрасов Р.В., Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаев Е.А., Мысик А.Т., Чабаяев М.Г. (ред.). Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. М.: Монография. Посвящается 100-летию со дня рождения академика Алексея Петровича Калашникова (1918–2010). 2018. 300 с.
10. Чабаяев М.Г., Некрасов Р.В., Анисова Н.И., Надеев В.П., Зорикова А.А. Использование различных форм микроэлементов в кормлении молодняка свиней. *Достижения науки и техники АПК*. 2013; 3: 29-30.
11. Рахматов Л. А. Взаимосвязь развития поросят с молочностью и химическим составом молока свиноматок. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2011; 205: 177-184 EDN HEIFWD
12. Казанцева Н., Васильева М. Кормовая добавка Дженикс в кормлении супоросных и подсосных свиноматок. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2019. 3: 59-62. EDN VYHAL
13. Евдокимов Н. В., Камалдинов И. Н. Воспроизводительная способность хряков с разными типами высшей нервной деятельности. *Ветеринарный врач*. 2020: 1: 41-48. DOI 10.33632/1998-698X.2020-1-41-48. EDN IKJSI
14. Дементьев В. Н., Куликова С. Г., Кочнев Н. Н. Воспроизводительные качества свиноматок в условиях промышленной технологии. *Главный зоотехник*. 2014: 5: 11-17. EDN SBUGVX
15. Порядок и условия проведения бонитировки племенных свиней. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> [Дата обращения 10.08.2022].
16. Калашникова А. П., Фисинина В. И., Щеглова В. В., Клейменова Н. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. М. 2003. 456 с.
17. Зацаринин А. А. Воспроизводительные качества свиноматок крупной белой породы при различных системах содержания. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015: 1: 115-119. EDN TMMCB
18. Балников А. А., Костомыхин Н. М., Рябцева С. В. Воспроизводительные качества хряков и факторы, их определяющие. *Главный зоотехник*. 2016: 8: 5-13. EDN WGWPPJ

ОБ АВТОРАХ:

Анатолий Юрьевич Лаврентьев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, г. Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: lavrentev65@list.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5793-8786>

Николай Витальевич Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, г. Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: evdonikvit@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5561-1904>

Виталий Сергеевич Шерне, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, «Натуральные продукты Поволжья», ул. Текстильщиков, 8; г. Чебоксары, 428003 Российская Федерация
e-mail: v.sherne@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4924-0796>

Лилия Ревовна Михайлова, аспирант, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, г. Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: lmikhaylova01@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5991-1621>

Александр Иванович Дарьин, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Пензенский государственный аграрный университет, 30, Ботаническая ул., Пенза, 440014, Российская Федерация
e-mail: dariin.a.i@pgau.ru

Людмила Валентиновна Жестянова, аспирант Чувашский государственных аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, Чебоксары, Российская Федерация
e-mail zhestyanova96@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1311-8206>

8. Mysik A.T., Nekrasov R.V., Chabayev M.G., Mahayev Ye. A., Badyrhanov M.B. Features of the system of normalized pig feeding in LLC "Tsar meat" of the Bryansk region. *Zootekhnika*. 2016; 9: 14-17 (in Russian).
9. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Mahayev Ye. A., Mysik A.T., Chabayev M.G. (eds.). Nutritional requirements of dairy cattle and pigs M.: Monografiya. Posvyashchayetsya 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika Alekseye Petrovicha Kalashnikova (1918–2010). 2018. p 300 (in Russian)].
10. Chabayev M.G., Nekrasov R.V., Anisova N.I., Nadeev V.P., Zorikova A.A. The use of various forms of trace elements in the feeding of young pigs. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2013; 3: 29-30 (in Russian)].
11. Rakhmatov L. A. The relationship of piglet development with milk production and the chemical composition of sow milk. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2011: 205: 177-184 EDN HEIFWD (In Russian)].
12. Kazantseva N., Vasilyeva M. Feed additive Jenix in feeding pregnant and suckling sows. *Veterinary medicine of farm animals*. 2019. 3: 59-62. EDN VYHAL (In Russian)].
13. Evdokimov N. V., Kamaldinov I. N. Reproductive ability of boars with different types of higher nervous activity. *Veterinarian*. 2020: 1:41-48. DOI 10.33632/1998-698X.2020-1-41-48. EDN IKJSI (In Russian)].
14. Dementiev V. N., Kulikova S. G., Kochnev N. N. Reproductive qualities of sows in the conditions of industrial technology. *Glavnyy zootekhnik*. 2014: 5: 11-17. EDN SBUGVX (In Russian).
15. Procedure and conditions for the bonitation of breeding pigs. Available from: <http://www.consultant.ru/> [Accessed August 10, 2022] (in Russian).
16. Kalashnikova A. P., Fisinina V. I., Shcheglova V. V., Kleimenova N. I. Norms and rations of feeding farm animals: a reference manual. – 3rd ed., reprint. and additional. M. 2003. 200 p. (In Russian)
17. Zatsarinin A. A. Reproductive qualities of sows of large white breed under various maintenance systems. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. 2015: 1: 115-119. EDN TMMCB (In Russian)
18. Balnikov A. A., Kostomakhin N. M., Ryabtseva S. V. Reproductive qualities of boars and factors determining them. *Glavnyy zootekhnik*. 2016: 8: 5-13. EDN WGWPPJ (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Anatoly Yurievich Lavrentiev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail: lavrentev65@list.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5793-8786>

Nikolay Vitalievich Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail e-mail: evdonikvit@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5561-1904>

Vitaly Sergeevich Sherne, Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor, LLC "Natural products of the Volga region", 8 , Tekstilshchikov str.,; Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail: v.sherne@mail.ru ,
<https://orcid.org/0000-0003-4924-0796>

Lilia Revovna Mikhaylova, Postgraduate student, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003, Russian Federation
e-mail: lmikhaylova01@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5991-1621>

Alexander Ivanovich Daryin, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor. Penza State Agrarian University, 30, Botanic str., Penza, 440014, Russian Federation
e-mail: dariin.a.i@pgau.ru

Zhestyanova Lyudmila Valentinovna, Postgraduate student, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation e-mail zhestyanova96@mail.ru ,
<https://orcid.org/0000-0002-1311-8206>

УДК 636.084.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59

Л.Р. Михайлова¹, ✉
А. Ю. Лаврентьев¹,
В. С. Шерне²,
Н.В. Евдокимов¹,
А.И. Дарьин³,
Л.В. Жестянова¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² ООО «Натуральные продукты Поволжья», Чебоксары, Российская Федерация

³ Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Российская Федерация

✉ Lmikhaylova01@mail.ru

Поступила в редакцию:
08.05.2022

Одобрена после рецензирования:
25.09.2022

Принята к публикации:
28.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59

Lilia R. Mikhaylova¹, ✉
Anatoly Yu. Lavrentiev¹,
Vitaly S. Sherne²,
Nikolay V. Evdokimov¹,
Alexander I. Daryin³,
Lyudmila V. Zhestyanova¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² LLC "Natural Products of the Volga Region", Cheboksary, Russian Federation

³ Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

✉ Lmikhaylova01@mail.ru

Received by the editorial office:
08.05.2022

Accepted in revised:
25.09.2022

Accepted for publication:
28.10.2022

Рост и развитие поросят в зависимости от их живой массы при рождении

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Основная задача при организации кормления поросят-сосунков заключается в раннем приучении их к кормам и подкормкам, а также предупреждении поносов и анемии. Возраст до 2 месяцев является самым ответственным периодом в жизни поросенка. Потребность поросят в питательных веществах до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни они нуждаются в дополнительных питательных веществах, которые необходимо давать в виде подкормки.

Методы. Экспериментальные исследования проводились на свиньях крупной белой породы. Для научных исследований были отобраны 5 свиноматок по 2–3-му опоросу с 10–12 поросятами, покрытых одним хряком-производителем (Мирон-149, возраст 42 месяца, живая масса 317 кг). Зоогигиенические параметры микроклимата в помещении выдерживались. Свиньи всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания, им скармливали комбикорма в соответствии с разработанными рецептами.

Результаты. В результате проведения исследований было выявлено, что с увеличением возраста свиноматок многоплодие, молочность и масса гнезда на 30-е сут. и в 2-месячном возрасте повышаются. По молочности разница между свиноматками первого и пятого опоросов составила 5,3 кг ($P < 0,001$), по массе гнезда в возрасте 2 мес. — 16,6 кг ($P < 0,001$). Сохранность поросят после первого и второго опоросов составила 89%, третьего — 90%, четвертого и пятого опоросов — 96 и 95%. Во все изучаемые периоды развития поросят с большей живой массой при рождении отличались высоким абсолютным приростом живой массы.

Ключевые слова: поросята-сосунки, свиноматки, возраст, живая масса, промеры, сохранность, себестоимость

Для цитирования: Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С., Евдокимов Н.В., Дарьин А.И., Жестянова Л.В. Рост и развитие поросят в зависимости от их живой массы при рождении. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 55–59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59>

© Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С., Евдокимов Н.В., Дарьин А.И., Жестянова Л.В.

Growth and development of piglets depending on their live weight at birth

ABSTRACT

Relevance. The main task in organizing the feeding of suckling piglets is habituation early to feed and supplements, as well as the prevention of diarrhea and anemia. Up to 2 months of age is the most important period in the life of a piglet. The need of piglets for nutrients up to 3 weeks of age is usually met by sow milk, but from the first days of life they need additional nutrients, which must be given in the form of supplements.

Methods. Experimental studies were conducted on pigs of Large white breed. For scientific research, 5 sows were selected at their 2nd and 3rd farrowing with 10–12 piglets, covered with one hog-producer (Miron-149, age 42 months, live weight 317 kg). The zoohygenic parameters of the indoor microclimate were maintained. Pigs of all groups were in the same conditions of feeding and maintenance, and they were fed compound feed in accordance with the developed recipes.

Results. As a result of the research, it was revealed that with an increase in the age of sows increase their prolificacy, milk yield and nest weight on the 30th day and at 2 months of age. By milk yield the difference between sows of the first and fifth farrowing was 5.3 kg ($P < 0.001$), by nest weight at the age of 2 months — 16.6 kg ($P < 0.001$). The livability of piglets after the first and second farrowing was 89%, the third — 90%, the fourth and fifth farrowing — 96 and 95%. In all studied periods of development piglets with a larger live weight at birth were distinguished by a high absolute increase in live weight.

Key words: suckling pigs, sows, age, live weight, measurements, livability, cost

For citation: Mikhaylova L.R., Lavrentiev A.Yu., Sherne V.S., Evdokimov N.V., Daryin A.I., Zhestyanova L.V. Growth and development of piglets depending on their live weight at birth. Agrarian science. 2022; 364 (11): 55–59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59> (In Russian).

© Mikhaylova L.R., Lavrentiev A.Yu., Sherne V.S., Evdokimov N.V., Daryin A.I., Zhestyanova L.V., Semenov A.A.

Введение / Introduction

Основная задача при организации кормления поросят-сосунов заключается в раннем приучении их к кормам и подкормкам, а также предупреждении поносов и анемии. Поэтому крайне важно обеспечить малышам должный уход и кормление. Они помогут укрепить здоровье приплода и повысить его выживаемость, что в дальнейшем положительно скажется на здоровье и продуктивности свиней. У новорожденных поросят еще продолжается процесс формирования основных органов и систем организма. Недостаточно развита пищеварительная система, постепенно наращивается иммунная система, детеныш быстро набирает вес [1–4].

Кормление поросят до 2-месячного возраста является самым ответственным периодом в жизни поросенка. Первые 10–15 дней жизни естественным кормом для поросят является молоко свиноматки. Потребность поросят в питательных веществах до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни они нуждаются в дополнительных питательных веществах, которые необходимо давать в виде подкормки [5–8]. Как известно, чем раньше поросята начнут поедать сухой корм, тем лучше будут подготовлены к отъему. У них быстрее развивается пищеварительная система, они набирают большую живую массу к 2-месячному возрасту [9–10].

Масса поросят при рождении, или крупноплодность свиноматок, является важным показателем воспроизводства и селекционным признаком, который непосредственным образом способен влиять на жизнеспособность и сохранность поросят в подсосный период, величину их живой массы при отъеме и последующую скороспелость при выращивании для ремонта основного стада или производства свинины [11–15].

Основной критерий уровня продуктивности поросят — их живая масса в возрасте 60 дней. Поросята растут и развиваются достаточно хорошо, если они имеют живую массу при рождении 1,2–1,5 кг, в 30 дней — 7,5–9,0 кг, в 60 дней — 17,0–20,0 кг и более. Высокая живая масса поросят прежде всего зависит от молочности свиноматок, мастерства оператора в раннем приучении поросят к поеданию подкормки и от условий рационального их содержания. Вся технология выращивания поросят основывается прежде всего на знании биологических особенностей их организма, которые должны учитываться при выполнении технологических операций [16–17].

Цель исследования — изучить влияния живой массы поросят при рождении на последующий их рост и развитие.

Материал и методы исследования / Materials and method

Экспериментальные исследования проводились на свиньях крупной белой породы. Для научных исследований были отобраны 5 свиномато-

ток по 2–3-му опоросу с 10–12 поросятами, покрытых одним хряком-производителем (Мирон-149, возраст 42 месяца, живая масса 317 кг). Зооигиенические параметры микроклимата в помещении выдерживались согласно ГОСТ 12.1.005-88. Свиньи всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания, им скармливали комбикорма в соответствии с разработанными в хозяйстве рецептами.

Кормление свиней в хозяйстве организовано в соответствии с нормами кормления РАСХН [18]. Рационы для свиней составлены с учетом их живой массы и физиологического состояния.

После опороса свиноматок через 2–3 часа взвешивали и пронумеровывали всех живых поросят с каждого гнезда. Взвешивание проводилось на весах Romitech ST TCS-150 (Romitech, Китай), далее животные были разделены на 4 группы в зависимости от живой массы при рождении. В первую группу включили поросят с живой массой до 0,95 кг, во вторую — от 0,96 до 1,01 кг, в третью — от 1,01 до 1,05 кг, в четвертую — от 1,06 до 1,10 кг.

Подсосные свиноматки содержались в индивидуальных станках из расчета на одну голову 7 м².

Индивидуальное взвешивание поросят-сосунов проводилось через каждые 10 дней: при рождении и на 10-й, 20-й, 30-й, 40-й, 50-й, 60-й дни.

В эти же возрастные периоды производилось взятие промеров длины туловища и обхвата груди за лопатками у трех поросят (боровков) из каждого гнезда, характеризующие средними показателями их живой массы.

При контрольном убое учитывали съемную живую массу и предубойную массу после 12-часовой голодной выдержки, к которым и приводились все последующие исчисления выходов.

Таблица 1. Характеристика свиноматок

Table 1. Characteristics of sows

№	Кличка и номер свиноматки	Живая масса, кг	Возраст в опоросах	Многоплодие, гол.	Масса гнезда в 30 дней, кг	Масса гнезда в 2 мес., кг
1	Василиса 33	218±8,78	3	13	66,2±4,34	206±10,35
2	Машка 257	250±10,36	2	12	58,1±4,21	160,8±9,75
3	Зорька 2	212±7,67	2	10	48,0±3,13	128,9±6,35
4	Сирень 254	192±6,87	3	11	53,3±5,01	148,1±7,94
5	Марта 262	185±5,23	2	10	51,4±3,32	157,9±8,83
В среднем	—	211,4±8,81	2,4	11,2	55,0±4,07	160,34±8,64

Таблица 2. Живая масса поросят-сосунов по периодам роста, кг

Table 2. Live weight of suckling piglets by growth periods, kg

Группы	Живая масса, кг	Кол-во поросят, гол.	При рождении	Возраст в днях					
				10	20	30	40	50	60
1	До 0,95	18	0,94	2,18	4,81	6,27	9,5	11,64	13,9
2	0,96–1,0	35	0,96	2,42	4,94	6,6	9,04	11,75	14,28
3	1,01–1,05	1	1,05	2,50	5,40	7,4	10,3	13,3	16,5
4	1,06–1,10	2	1,09	2,55	5,35	7,35	10,25	13,45	16,85

Таблица 3. Сохранность поросят-сосунков

Table 3. Livability of suckling piglets

Группы	Живая масса, кг	Количество поросят при рождении, гол.	Количество поросят в 2 месяца, гол.	Сохранность, %
1	До 0,95	18	16	89
2	0,96–1,0	35	31	88,5
3	1,01–1,05	1	1	100
4	1,06–1,10	2	2	100

Таблица 4. Среднесуточный прирост поросят от рождения до 2-мес. возраста, г

Table 4. Average daily growth of piglets from birth to 2 months age, g

Группы	Живая масса, кг	Кол-во поросят, гол.	Возраст в днях						За 2 месяца
			до 10	до 20	до 30	до 40	до 50	до 60	
1	До 0,95	18	124	263	146	323	214	229	216
2	0,96–1,0	35	146	252	166	244	271	253	222
3	1,01–1,05	1	145	290	200	290	300	320	258
4	1,06–1,10	2	146	280	200	290	320	340	263

Таблица 5. Средние промеры поросят-сосунков от рождения до 2-мес. возраста, см

Table 5. Average measurements of suckling piglets from birth to 2 months age, cm

Кол-во поросят, гол.	Живая масса при рождении, кг	Возраст, дней							
		при рождении	10	20	30	40	50	60	
15	0,97	Длина туловища							
		24	31,0	37,1	45,2	51,4	57,2	63	
		Обхват груди за лопатками							
		25,7	33,8	39,5	42,2	47,2	52,8	56,9	

Результаты и обсуждение / Results and discussion

От 5 свиноматок получили 56 поросят. Из них 18 голов с живой массой до 0,95 кг; 35 голов с живой массой от 0,96 до 1,0 кг, одного поросенка с живой массой от 1,01 до 1,05 кг и двух поросят с живой массой от 1,06 до 1,10 кг.

Рост поросят в значительной мере зависит от их массы при рождении. Так, при массе до 0,95 кг живая масса к отъему в среднем каждой головы составила 13,9 кг, при массе 0,96–1,0 кг — 14,28 кг, а в группах 1,01–1,05 кг и 1,06–1,10 кг — соответственно 16,50 и 16,85 кг.

При отъеме в 2-месячном возрасте поросят-сосунков первой группы соответствовали на 2,7; 18,7 и 21,2%.

Анализ табл. 1 показывает, что средняя живая масса полновозрастных свиноматок оказалась 211,4±8,81 кг, многоплодие — 11,2 голов. Молочность свиноматок определяли на 21-й день после опороса — 55,0±4,07 кг, масса гнезда в 2 месяца составила в среднем 160,34±8,64 кг.

В своих исследованиях мы определяли сохранность поросят за период выращивания. Данные приведены в табл. 3.

Поросят-сосунков с живой массой при рождении от 1 кг и выше более жизнеспособны, их сохранность составила 100%, а у легковесных (менее 1 кг) наблюдается наибольший отход поросят — 11,5%.

Во все изучаемые периоды развития поросят с большей живой массой при рождении отличались высоким абсолютным приростом живой массы.

Абсолютная скорость роста поросят во всех группах, постепенно нарастая, достигает высоких показателей в возрасте 20 дней (252–290 г); максимальные показатели достигаются в возрасте от 50 до 60 дней (320–340 г) у поросят 3-й и 4-й групп, а у молодняка 1-й и 2-й групп эти показатели составляют лишь 229–253 г.

За 2-месячный период выращивания среднесуточный прирост поросят-сосунков первой группы составил 216 г, второй группы — 222 г, у поросят третьей группы этот показатель был выше, чем у поросят первой, на 19,4%, у поросят четвертой — на 21,8%.

Промеры являются объективными показателями характеристики телосложения животных. Немалый интерес представляют промеры при изучении роста и развития молодняка. Нами изучались промеры

длины туловища и обхвата груди от рождения поросят до 2-месячного возраста. Данные представлены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно, что при рождении обхват у поросят превышает длину туловища на 1,7 см, или на 7%. В дальнейшем такая разница между ними в целом сохраняется до 20-дневного возраста. А в 30 дней длина туловища уже на 3 см больше, чем обхват груди. В возрасте 60 дней эта разница составляет 6,1 см, или 11%.

Себестоимость прироста 1 кг живой массы во второй, третьей и четвертой группах была ниже, чем в первой группе, на 2,7; 15,7 и 17,5%.

Выводы / Conclusion

Установлено, что живая масса поросят при рождении влияет на дальнейшие их рост и развитие, в связи с чем следует обращать внимание на условия кормления и содержания свиноматок при подготовке к опоросу с целью достижения живой массы каждого поросенка при рождении не менее 1 кг.

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. Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Влияние природных цеолитов на продуктивные качества молодняка свиней. *Зоотехния*. 2021:10: 20-23. DOI 10.25708/ZT.2021.95.88.005
2. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Tsis E. Yu. [et al.] PSIII-23 Effect of feed antioxidants on behavior and stress resistance of fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2020: 98: S4: 364-365. DOI 10.1093/jas/skaa278.640.
3. Nekrasov R. V., Bogolyubova N. V., Chabaev M. G. [et al.] Taxifolin impact on the consequences of moderate heat stress in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2021: 99: S3: 416-417. DOI 10.1093/jas/skab235.750.
4. Данилова Н. В. Роль ферментов в повышении продуктивности молодняка свиней. *Аграрная Россия*. 2022: 3: 28-30. DOI 10.30906/1999-5636-2022-3-28-30. EDN JNAZLB
5. Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Применение природных цеолитов в комбикормах молодняка свиней. *Аграрная наука*. 2021: 3: 43-47. DOI 10.32634/0869-8155-2021-346-3-43-47
6. Голикова А. П., Федосеева Н. А., Мышкина М. С. Влияние воспроизводительных качеств свиноматок на рост и развитие их потомства. *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2011: 10(15): 61-63. EDN PFOQTZ
7. Дарьин А. И., Кердяшов Н. Н., Бусов А. А. Живая масса и сохранность поросят, полученных от свиноматок с разной продолжительностью сервис-периода и лактации. *Нива Поволжья*. 2021: 1(58): 89-94. DOI 10.36461/NP.2021.58.1.006. EDN JCUCSI
8. Дарьин А. И., Бусов А. А. Живая масса и сохранность поросят, полученных от свиноматок с разной продолжительностью сервис-периода и лактации. *Главный зоотехник*. 2020: 7: 50-58. DOI 10.33920/sel-03-2007-06. EDN AYDKKQ
9. Зацаринин А. А. Влияние живой массы поросят при рождении на продуктивные показатели. *Научная жизнь*. 2015: 1: 124-129. EDN: TLGYAJ
10. Иванова О. В. Влияние сортировки по крупноплодности на рост и развитие поросят. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2008: 11 (191): 67-70. EDN: JUBDOH
11. Колосов А.Ю., Леонова М.А., Радюк А.В. и др. Многоплодие гибридных свиноматок F1 различных генотипов гена ESR1. *Свиноводство*. 2017: 5: 25-26. EDN: ZCNALD
12. Бакоев С.Ю., Гетманцева Л.В., Колосов А.Ю., Костюнина О.В., Колосова М.А. Предиктор продуктивного долголетия свиноматок - количество поросят, рожденных за первые два опороса. *Свиноводство*. 2019: 4: 33-36. EDN GJAOON
13. Чертков Д. Д., Колосов Ю. А., Чертков Б. Д., Печеневская А. В. Влияние условий выращивания и кормления на рост и развитие хрячков. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2018: 2-3(28): 18-25. EDN XOODIL
14. Орлов Д. А., Жучаев К. В., Папшев С. В. Поведение молодняка свиней при технологических стрессах. *Вестник Новосибирского ГАУ*. 2014: 2: 82-85. EDN: SIBWYB
15. Рахматов Л. А. Взаимосвязь развития поросят с молочностью и химическим составом молока свиноматок. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2011: 205: 177-184 EDN HEIFWD
16. Евдокимов Н. В., Кондратьева Л. В., Герлова Л. К. Динамика живой массы поросят разных пород свиней в различные возрастные периоды. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014: 2(26): 136-140. EDN SJCFMN
17. Ляшук Р.Н., Новикова С.П., Хорева О.П. Показатели откормочной продуктивности чистопородного и гибридного молодняка свиней канадской и датской селекции. *Зоотехния*. 2013: 5: 21-23. EDN: PZESGL
18. Калашникова А. П., Фисинина В. И., Щеглова В. В., Клейменова Н. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. М. 2003. 456 с.

ОБ АВТОРАХ:

Лилия Ревовна Михайлова, аспирант, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, г. Чебоксары, Российская Федерация e-mail: lmikhaylova01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5991-1621>

REFERENCES

1. Mikhaylova L. R., Zhestyanova L. V., Lavrentiev A. Yu., Sherne V. S. The influence of natural zeolites on the productive qualities of young pigs. *Zootekhniya*. 2021:10: 20-23 (In Russian)
2. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Tsis E. Yu. [et al.] PSIII-23 Effect of feed antioxidants on behavior and stress resistance of fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2020: 98: S4: 364-365. DOI 10.1093/jas/skaa278.640.
3. Nekrasov R. V., Bogolyubova N. V., Chabaev M. G. [et al.] Taxifolin impact on the consequences of moderate heat stress in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2021: 99: S3: 416-417. DOI 10.1093/jas/skab235.750.
4. Danilova N. V. The role of enzymes in increasing the productivity of young pigs. *Agrarian Russia*. 2022: 3: 28-30. DOI 10.30906/1999-5636-2022-3-28-30. EDN JNAZLB (In Russian).
5. Mikhaylova L. R., Zhestyanova L. V., Lavrentiev A. Yu., Sherne V. S. The use of natural zeolites in compound feeds of young pigs. *Agrarnaya nauka*. 2021: 3: 43-47 (In Russian)
6. Golikova A. P., Fedoseeva N. A., Myshkina M. S. The influence of reproductive qualities of sows on the growth and development of their offspring. *Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University*. 2011: 10(15): 61-63. EDN PFOQTZ (In Russian)
7. Darin A. I., Kerdyashov N. N., Bursov A. A. Live weight and safety of piglets obtained from sows with different duration of the service period and lactation. *The field of the Volga region*. 2021: 1(58): 89-94. DOI 10.36461/NP.2021.58.1.006. EDN JCUCSI (In Russian)
8. Darin A. I., Busov A. A. Live weight and safety of piglets obtained from sows with different duration of the service period and lactation. *Glavnyy zootekhnik*. 2020: 7: 50-58. DOI 10.33920/sel-03-2007-06. EDN AYDKKQ (In Russian)
9. Zatsarinin A. A. Influence of live weight of piglets at birth on productive indicators. *Scientific life*. 2015: 1: 124-129. EDN: TLGYAJ (In Russian)
10. Ivanova O. V. The influence of large-fruited sorting on the growth and development of piglets. *Siberian Siberian Herald of Agricultural Science*. 2008: 11 (191): 67-70. EDN: JUBDOH (In Russian)
11. Kolosov A.Y., Leonova M.A., Radyuk A.V et al. Multiplicity of F1 hybrid sows of different genotypes of the ESR1 gene. *Pigbreeding*. 2017: 5: 25-26. EDN: ZCNALD (In Russian)]
12. Bakaev S.Yu., Getmantseva L.V., Kolosov A.Yu., Kostyunina O.V., Kolosova M.A. Predictor of productive longevity of sows is the number of piglets born during the first two farrowings. *Pigbreeding*. 2019: 4: 33-36. EDN GJAOON (In Russian)
13. Chertkov D. D., Kolosov Yu. A., Chertkov B. D., Pechenevskaya A.V. The influence of growing and feeding conditions on the growth and development of boars. *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2018: 2-3(28): 18-25. EDN XOODIL (In Russian)
14. Orlov D. A., Zhuchaev K. V., Papshev S. V. Behavior of young pigs under technological stresses. *Bulletin of the Novosibirsk State University*. 2014: 2: 82-85. EDN: SIBWYB (In Russian)]
15. Rakhmatov L. A. The relationship of piglet development with milk production and the chemical composition of sow milk. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2011: 205: 177-184 EDN HEIFWD (In Russian)
16. Evdokimov N. V., Kondratieva L. V., Gorlova L. K. Dynamics of live weight of piglets of different breeds of pigs in different age periods. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2014: 2(26): 136-140. EDN SJCFMN (In Russian)
17. Lyashuk R.N., Novikova S.P., Khoreva O.P. Indicators of fattening productivity of purebred and hybrid young pigs of Canadian and Danish breeding. *Zootekhniya*. 2013: 5: 21-23. EDN: PZESGL (In Russian)
18. Kalashnikova A. P., Fisinina V. I., Shcheglova V. V., Kleimenova N. I. Norms and rations of feeding farm animals: a reference manual. – 3rd ed., reprint. and additional. M. 2003. 200 p. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Lilia Revovna Mikhaylova, Postgraduate student, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003, Russian Federation e-mail: lmikhaylova01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5991-1621>

ОБ АВТОРАХ:

Анатолий Юрьевич Лаврентьев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: lavrentev65@list.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5793-8786>

Виталий Сергеевич Шерне, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ООО «Натуральные продукты Поволжья», ул. Текстильщиков, 8; Чебоксары, 428003 Российская Федерация
e-mail: v.sherne@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4924-0796>

Николай Витальевич Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: evdonikvit@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5561-1904>

Александр Иванович Дарьин, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Пензенский государственный аграрный университет, 30, Ботаническая ул., Пенза, 440014, Российская Федерация
e-mail: dariin.a.i@pgau.ru

Людмила Валентиновна Жестянова, аспирант Чувашский государственных аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29; 428003, Чебоксары, Российская Федерация
e-mail: zhestyanova96@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1311-8206>

ABOUT THE AUTHORS:

Anatoly Yurievich Lavrentiev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail: lavrentev65@list.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5793-8786>

Vitaly Sergeevich Sherne, Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor, LLC "Natural products of the Volga region", 8, Tekstilshchikov str.; Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail: v.sherne@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4924-0796>

Nikolay Vitalievich Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail e-mail: evdonikvit@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5561-1904>

Alexander Ivanovich Daryin, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor. Penza State Agrarian University, 30, Botanic str., Penza, 440014, Russian Federation
e-mail: dariin.a.i@pgau.ru

Lyudmila Valentinovna Zhestyanova, Postgraduate student, Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Str., Cheboksary, 428003; Russian Federation
e-mail: zhestyanova96@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-1311-8206>

УДК 636.082

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-60-64

Е.Ю. Немцева, ✉
И.В. Воронова,
Н.Л. Игнатьева

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация

✉ eunemtzeva@yandex.ru

Поступила в редакцию:
15.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
28.10.2022

Особенности роста и развития молодняка герефордской породы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. За последние годы отмечается снижение общего поголовья крупного рогатого скота как мясного, так и молочного направления продуктивности. В связи с этим изучение особенностей разведения племенного мясного скота является актуальным. В исследованиях изучены показатели роста и развития молодняка герефордской породы в зависимости от происхождения.

Методы. Исследования проводились в условиях племенного репродуктора ООО «Чебомилк» Чебоксарского района Чувашской Республики. Динамику роста и развития изучали путем ежемесячного взвешивания животных. У новорожденных бычков в возрасте 205 дней, 6, 8, 9 и 12 месяцев, а у телок дополнительно в 15 и 18 месяцев измеряли высоту в крестце. На основании данных по результатам взвешивания вычисляли абсолютный и среднесуточный прирост.

Результаты. Установлено, что на показатели скорости роста телят и бычков на откорме влияет генотип отца. При сравнении средней живой массы молодняка в возрасте 18 месяцев наилучшие результаты были у бычков, полученных от быка Перец, — $375,8 \pm 17,5$ кг, это на 3,8 кг больше, чем тот же показатель по бычкам, полученным от быка Таймлайн, и на 7,8 кг больше, чем от быка Эмулейшна, а по живой массе телок в 18-месячном возрасте лидирует Таймлайн — $352,6 \pm 25,2$ кг. Бычки и телочки — потомки быка Перец линии Майер-Верн 88480 отличаются лучшей скоростью роста. Среднесуточный прирост в 18-месячном возрасте у бычков составил $931 \pm 57,2$ г, у телок — $577 \pm 54,1$ г, что выше показателей их сверстников на 1,2–12,2%. Для совершенствования продуктивных и племенных качеств герефордской породы рекомендуется проводить целенаправленный отбор и подбор родительских пар.

Ключевые слова: герефордская порода, молодняк, живая масса, энергия роста

Для цитирования: Немцева Е.Ю., Воронова И.В., Игнатьева И.В. Особенности роста и развития молодняка герефордской породы. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 60–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-60-64>

© Немцева Е.Ю., Воронова И.В., Игнатьева И.В.

Features of growth and development of young cattle of Hereford breed of different origin

ABSTRACT

Relevance. In recent years, there has been a decrease in the total number of cattle of both meat and dairy production. In this regard, the study of the features of breeding of beef cattle is relevant. In the studies, the growth and development indicators of the young cattle of Hereford breed were studied, depending on their origin.

Methods. The research was carried out in the conditions of a breeding reproducer of LLC "Chebomilk", Cheboksary district of the Chuvash Republic. The dynamics of growth and development were studied by monthly weighing of animals. In newborn calves at the age of 205 days, 6, 8, 9 and 12 months, and in heifers additionally at 15 and 18 months, the height in the sacrum was measured. Based on the data from the weighing results, the absolute and average daily increase was calculated.

Results. It was found that the growth rate of heifers and calves on fattening is influenced by the genotype of the father. When comparing the average live weight of young animals at the age of 18 months, the best results were in bulls received from the bull Perets — 375.8 ± 17.5 kg, this is 3.8 kg more than the same indicator for bulls received from the bull Timeline and 7.8 kg more than the bull Emuleishn, and by the live weight of heifers at the age of 18 months the Timeline is leading — 352.6 ± 25.2 kg. Bulls and heifers — descendants of the bull Perets of the Mayer-Verne 88480 line are distinguished by the best growth rate. The average daily increase at 18 months of age in bulls was 931 ± 57.2 g, in heifers — 577 ± 54.1 g, which is higher than their peers by 1.2–12.2%. To improve the productive and breeding qualities of the Hereford breed, it is recommended to carry out targeted selection and selection of parental pairs.

Key words: Hereford breed, young cattle, live weight, growth energy

For citation: Nemtseva E.Yu., Voronova I.V., Ignatieva N.L. Features of growth and development of young cattle of Hereford breed of different origin. Agrarian science. 2022; 364 (11): 60–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-60-64> (In Russian).

© Nemtseva E.Yu., Voronova I.V., Ignatieva N.L.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-60-64

Elena Yu. Nemtseva, ✉
Inna V. Voronova,
Natalia L. Ignatieva

Chuvash State Agricultural University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ eunemtzeva@yandex.ru

Received by the editorial office:
15.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
28.10.2022

Введение / Introduction

В последнее время особое внимание уделяют развитию не только молочной, но и мясной отрасли скотоводства [1]. К сожалению, в нашей стране за последние годы отмечается снижение общее поголовье крупного рогатого скота как мясного, так и молочного направления продуктивности [2]. Так, в 2021 году поголовье крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях сократилось на 5,3% в сравнении с 2020 годом, в частности количество коров уменьшилось на 3,3%. Доля говядины в мясном балансе составляет около 50% [3, 4, 5, 6]. Это говорит о необходимости развития отрасли мясного скотоводства в нашей стране.

Необходимость разведения скота мясного направления продуктивности связана с биологическими закономерностями их роста и развития. Известно, что мясо, получаемое мясных и мясо-молочных пород, отличается ароматным и нежным вкусом, а сами животные характеризуются повышенными приростами и высоким коэффициентом мясности [7, 8]. Основные характеристики животных мясных пород — это скороспелость, высокая энергия роста и высокий процент выхода убойной массы. От мясных пород животных получают так называемое «мраморное» мясо, которое невозможно получить при разведении молочных пород. Мраморность характеризуется наличием жировой прослойки в мышечном волокне [9–12].

В практике скотоводства, как в нашей стране, так и за рубежом, существенное значение придает генетическому потенциалу, и работа в этом направлении основывается на целенаправленной селекционно-племенной работе [13–16].

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что внедрение новых методов биотехнологии и популяционной генетики способствует интенсификации селекционно-племенной работы. С целью повышения мясной продуктивности в мясном скотоводстве рекомендуется создавать и совершенствовать структурные единицы породы на основе отбора, подбора и селекционно-племенной работы в целом [17, 18].

Целью работы явилось сравнительное изучение роста и развития молодняка герефордской породы разного происхождения в условиях племенного репродуктора Чувашской Республики.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Исследовательская часть работы проводилась в производственных условиях племенного репродуктора ООО «Чебомиль» Чебоксарского района Чувашской Республики. На данном предприятии разводят чистопородную черно-пеструю и герефордскую породы крупного рогатого скота. Объектом исследования явились молодняк герефордской породы. В качестве источников анализа выступали зоотехнические отчеты и документы предприятия. Были проанализированы годовые отчеты, свод бонитировочной ве-

мости, племенные карточки коров и быков, производственный отчет по результатам племенной работы с герефордской породой.

Герефордский скот на племрепродукторе ООО «Чебомиль» содержится согласно общепринятой технологии мясного скотоводства. Животных содержали беспривязно, на глубокой несменяемой подстилке с постоянным доступом к воде. До 8-месячного возраста весь молодняк находился на подсосе с коровами, после отъема — на откормочных кормовых площадках. После отъема от коров молодняк всех групп в возрасте 8 месяцев переводят на площадку по выращиванию и откорму молодняка. Кормление телят и бычков проводят три-четыре раза в сутки, сочные и концентрированные корма скармливают в виде кормосмеси за два кормления.

Динамику роста и развития изучали путем ежедневного взвешивания животных в один и тот же день месяца в утренние часы до кормления. У новорожденных бычков в возрасте 205 дней, 6, 8, 9 и 12 месяцев, а у телок дополнительно в 15 и 18 месяцев измеряли высоту в крестце. На основании данных по результатам взвешивания вычисляли абсолютный и среднесуточный прирост по формуле:

$$D = (W_1 - W_0)/N,$$

где D — среднесуточный прирост, г; W_1 — живая масса в конце периода выращивания, кг; W_0 — живая масса в начале периода выращивания, кг; N — количество дней в периоде, сут.

Цифровой материал обрабатывали методами вариационной статистики с применением компьютерной программы Microsoft Office Excel 10.0.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По данным бонитировки за 2020 г., на предприятии содержится 286 голов герефордской породы, в том чис-

Таблица 1. Характеристика бычков герефордской породы

Table 1. Characteristics of Hereford bulls

Возраст	Живая масса, кг		Среднесуточный прирост, г	Высота в крестце, см
	опытная группа	стандарт породы		
При рождении	39,4±3,7	40	—	—
205 суток	208±15,3	200	109±11,7	824±16,4
8 месяцев	270±11,3	240	111±9,4	962,5±14,6
9 месяцев	304±9,8	300	112±6,8	981,5±18,6
12 месяцев	394±13,2	350	124±7,9	986,1±19,2

Таблица 2. Характеристика телок герефордской породы

Table 2. Characteristics of Hereford heifers

Возраст	Живая масса, кг		Среднесуточный прирост, г	Высота в крестце, см
	опытная группа	стандарт породы		
При рождении	37,1±2,8	38	—	—
205 суток	212±11,5	185	106±9,8	853,6±11,3
8 месяцев	242±9,8	220	109±7,8	854,2±17,5
9 месяцев	272±14,3	240	110±11,1	870,3±18,2
12 месяцев	343±12,8	300	118±8,9	850±10,50
15 месяцев	411±14,6	340	121±10,9	831,1±15,6
18 месяцев	457±12,3	380	125±13,2	777,8±16,5

Таблица 3. Показатели среднесуточного прироста телок и бычков разного происхождения

Table 3. Indicators of the average daily growth of heifers and bulls of different origin

Возраст, мес.	Таймлайн	Перец	Эмулейшн
Бычки			
0–6	821±65,4	931±57,2	892±60,9
6–12	573±49,6	605±48,6	613±54,3
12–18	619±68,3	628±39,5	612±38,1
Телочки			
0–6	762±45,4	823±41,2	798±63,5
6–12	572±58,9	625±47,8	570±42,3
12–18	575±69,8	577±54,1	514±39,1

Рис. 1. Динамика изменения живой массы бычков, кг

Fig. 1. Dynamics of changes in live weight of bulls, kg

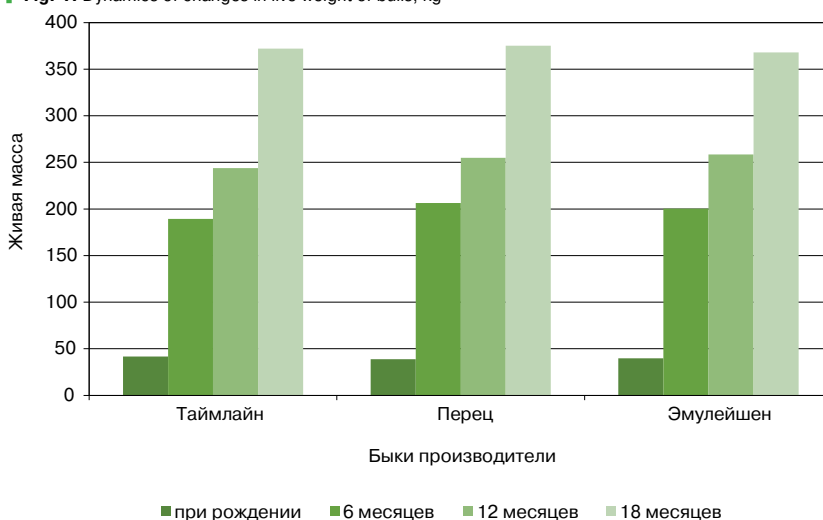
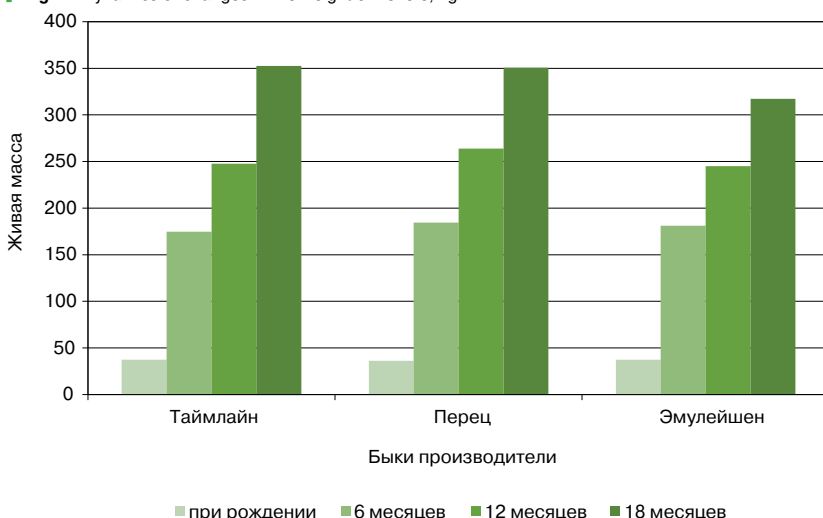


Рис. 2. Динамика изменения живой массы телочек, кг

Fig. 2. Dynamics of changes in live weight of heifers, kg



ле 127 коров, 27 бычков в возрасте 10–18 мес., 22 телок от 2 лет и нетелей, 33 голов- телок прошлых лет, 20 телок от рождения до 1 года, 12 бычков от рождения до 1 года.

Нами изучен породный и классный состав стада. В стаде содержатся животные чистопородные. По резуль-

татам бонитировки установлено, что все поголовье отнесено к следующим классам: элита, элита-рекорд, 1-й класс. К классу элита-рекорд отнесено 187 голов (65%), к классу элита — 94 головы (33%) и к 1-му классу — 5 голов (2%).

Все поголовье герефордской породы крупного рогатого скота в ООО «Чебомилк» проходит иммуногенетический анализ. Данному исследованию в обязательном порядке подлежат все половозрастные группы животных, за исключением бычков, поставленных на откорм [11].

Племенных телок и бычков реализуют в другие хозяйства, а молодняк, не имеющий племенной ценности, переводят на откорм и в последующем сдают на мясо.

В результате бонитировки бычки и телочки были оценены по показателям живой массы и высоте в холке при рождении, в 205 суток, в 8 месяцев, 9 месяцев, 12 месяцев. В табл. 1, 2 приведена характеристика роста и развития бычков и телок в сравнении со стандартом породы.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что во все возрастные периоды бычки по показателям живой массы незначительно превосходят стандарты породы. Наибольшее отклонение наблюдается в возрасте 12 месяцев, живая масса выше стандарта породы на 44 кг, или на 12,5%. Высота в крестце у бычков в возрасте 205 дней составила 109±11,7 см, 8 месяцев — 111±9,4 г, 9 месяцев — 112±6,8 см, 12 месяцев — 124±7,9 см, что также соответствует стандарту породы.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что во все возрастные периоды телочки по показателям живой массы превосходят стандарты породы. Отклонения по живой массе в сравнении со стандартом породы составляет от 14,5 до 20,2%. Высота в крестце у телок в возрасте 205 суток составила 106±9,8 см, 8 месяцев — 109±7,8 г, 9 месяцев — 110±11,1 см, 12 месяцев — 118±8,9 см, 15 месяцев — 121±10,9 см, 18 месяцев — 125±13,2 см. Такие показатели характеризует более высокую скороспелость телочек.

Все маточное поголовье данного стада распределено по 28 бычкам-производителям, принадлежащим к линии Майер-Верн 88480. При изучении особенностей роста молодняка от разных бычков-производителей выявлено, что по количеству полученного приплода быки распределяются следующим образом: Перец — 57 гол., Эмулейшн — 42 гол., Таймлайн — 16 гол. Количество приплода, полученного от быков раз-

ных линий (телки/бычки): Перец 3989 — 28/29 гол., Эмулейшен — 15/27 гол., Таймлайн — 9/7 гол.

На рис. 1 и 2 наглядно показана динамика изменения живой массы бычков и телок по возрастам в зависимости от генотипа.

Следует отметить, что при сравнении средней живой массы молодняка в возрасте 18 месяцев наилучшие результаты были у бычков, полученных от быка Перец, — $375,8 \pm 17,5$ кг, это на 3,8 кг больше, чем тот же показатель по бычкам, полученным от быка Таймлайн, и на 7,8 кг больше, чем от быка Эмулейшена. В возрасте 12 месяцев лучшей живой массой характеризуются бычки, полученные от быка Эмулейшен, — $258,4 \pm 22,1$ кг, что на 3,6 кг выше, чем от быка Перец, и на 14,6 кг, чем от быка Таймлайн.

По показателям живой массы телок в 18-месячном возрасте лидирует Таймлайн — $352,6 \pm 25,2$ кг. Однако живая масса при рождении у молодняка от быка Таймлайн была выше как по бычкам, так и по телочкам, эти показатели составили $41,6 \pm 3,6$ кг и $37,4 \pm 1,5$ кг соответственно. При изучении сравнительной характеристики живой массы телок и бычков установлено, что потомки быка Перец имеют лучшие показатели роста.

Основной показатель, характеризующий прижизненную оценку скорости роста молодняка животных, — это среднесуточные приросты живой массы. По результатам взвешивания данный показатель подсчитан у быч-

ков и телок от разных быков-отцов. Данные представлены в табл. 3.

Наибольшая скорость роста наблюдается как у бычков, так и у телочек в период от рождения до 6-месячного возраста, причем лучшие результаты показывают животные, полученные от быка Перец. Так, среднесуточный прирост в 6 месяцев у бычков составил $931 \pm 57,2$ г, у телок — $823 \pm 41,2$ г.

Выводы / Conclusion

Проведенный анализ весового и линейного контроля роста молодняка герефордской породы от разных быков-отцов показал, что все исследуемые животные нормально развивались, соответствуя общим закономерностям роста и развития данной породы. При этом следует отметить, что бычки и телочки — потомки быка Перец линии Майер-Верн 88480 отличаются лучшей скоростью роста. Среднесуточный прирост в 18-месячном возрасте у бычков составил $931 \pm 57,2$ г, у телок — $577 \pm 54,1$ г, что выше показателей их сверстников на 1,2–12,2%. Это также позволяет сделать вывод о положительном влиянии генотипа быка Перец на его потомков и об их преимуществе перед сверстниками. Для совершенствования продуктивных и племенных качеств герефордской породы рекомендуется проводить целенаправленный отбор и подбор родительских пар.

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. Шичкин Г.И., Лебедев С.В., Костюк Р.В., Шичкин Д.Г. Производство говядины: состояние и перспективы. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021; 8: 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001. eLIBRARY ID: 47635347. EDN: XOFVCT.
2. Prokopieva M., Nesterova O., Sereda N. On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary)*. 2020; 604: 012022. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012022. eLIBRARY ID: 45091922. EDN: JYBHNN.
3. Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Protein content in milk of holstein black-and-white cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary)* 2020;604: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012025. eLIBRARY ID: 45096469. EDN: IXHRL.
4. Воронова И.В., Игнатиева Н.Л., Немцева Е.Ю. Современные аспекты кормления молочных коров. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 1(53): 164-169. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. eLIBRARY ID: 45610403. EDN: PYJHR.
5. Середина Н.В., Прокопьева М.В., Нестерова О.П. Влияние биопрепаратов на мясную продуктивность сельскохозяйственных животных. *Ветеринария*. 2020; 6: 42-46. DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.6.42-46. eLIBRARY ID: 43045376. EDN RFQKTZ.
6. Ignatieva N.L., Voronova I.V., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science (Cheboksary)*. 2021; 935: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/935/1/012025. eLIBRARY ID: 47544729. EDN: NCUCY.
7. Шевелева О.М., Бахарева А.А., Шатунов С.В. Продуктивные и племенные качества крупного рогатого скота породы салерс в условиях Северного Зуралья. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2021; 2(65): 109-114. eLIBRARY ID: 46151215. EDN: FOOOSN.

REFERENCES

1. Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V., Shishkin D.G. Beef production: state and prospects. *Dairy and beef cattle breeding*. 2021; 8: 2-5. DOI 10.33943/MMS.2021.33.85.001. eLIBRARY ID: 47635347. EDN: XOFVCT. (In Russian)
2. Prokopieva M., Nesterova O., Sereda N. On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary)*. 2020; 604: 012022. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012022. eLIBRARY ID: 45091922. EDN: JYBHNN.
3. Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Protein content in milk of holstein black-and-white cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Cheboksary)* 2020;604: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/604/1/012025. eLIBRARY ID: 45096469. EDN: IXHRL.
4. Voronova I.V., Ignatieva N.L., Nemtseva E.Yu. Modern feeding aspects of dairy cows. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021; 1 (53): 164-169. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-164-169. eLIBRARY ID: 45610403. EDN: PYJHR. (In Russian)
5. Sereda N.V., Prokopyeva M.V., Nesterova O.P. The influence of biological products on the meat productivity of farm animals. *Veterinary medicine*. 2020; 6: 42-46. DOI 10.30896/0042-4846.2020.23.6.42-46. eLIBRARY ID: 43045376. EDN RFQKTZ. (In Russian)
6. Ignatieva N.L., Voronova I.V., Nemtseva E.Yu., Toboev G.M. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science (Cheboksary)*. 2021; 935: 012025. DOI 10.1088/1755-1315/935/1/012025. eLIBRARY ID: 47544729. EDN: NCUCY.
7. Sheveleva O.M., Bakharev A.A., Shatunov S.V. Productive and breeding qualities of Salers cattle in the conditions of the Northern Trans-Urals. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. 2021; 2(65): 109-114. eLIBRARY ID: 46151215. EDN: FOOOSN. (In Russian)

8. Зырянова С.В., Абрамова М.В., Ильина А.В., Коновалов А.В. Мониторинг селекционно-генетических характеристик продуктивных признаков крупного рогатого скота. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021; 8: 19-23. DOI 10.33943/MMS.2021.46.39.005. eLIBRARY ID: 47635352. EDN: TLBDIA.
9. Мкртчян Г.В., Бакай Ф.Р., Богданова Т.В. Генетические корреляции между хозяйственно-полезными признаками у коров разных генераций. *Зоотехния*. 2021; 12: 4-7. DOI 10.25708/ZT.2021.24.30.002. eLIBRARY ID: 47318132. EDN: GAQZZN.
10. Garkovenko A. V., Radchenko V.V., Ilnitskaya E.V., et al. Polymorphism of cattle microsatellite complexes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (6): 1545-1551. eLIBRARY ID: 35755912. EDN: YBYWXB.
11. Шевелева О.М., Бахарев А.А. Рекомендации по технологии мясного скотоводства. Тюмень: *Тюменская государственная сельскохозяйственная академия*. 2012. с. 40. eLIBRARY ID: 43319712. EDN: XWFCGY.
12. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., et al. Biotechnological characteristics of meat cattle breeds in the Tyumen region. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (9): 2383-2390. eLIBRARY ID: 38645820. EDN: GYEGGS.
13. Berribe M.J., Carignano H.A., Lopez-Villalobos N., Poli M.A., Roldan D.L. QTL detection for fat yield on BTA14 using linkage disequilibrium based methods. *10th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. Vancouver BC. Communication*. 2014; 617.
14. Casas E., Duan Q., Schneider M.J., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Cundiff L.V., et al. Polymorphisms in calpastatin and mu-calpain genes are associated with beef iron content. *Amin. Genet.* 2014; 45: 283-4.
15. Casas E., Hessman B.E., Keele J.W., Ridpath J.F. A genom-wide as-sociation study for the incidence of persistent bovine viral diarrhoea virus infection in cattle. *Amin. Genet.* 2015; 46: 8-15. doi: 10.1111/age.12239.
16. Hu Z.I., Park C.A., Reecy J.M. Developmental progress and current status of the animal QTLdb. *Nucleic Acids Res.* 2016; 44: 827-33. doi: 10.1093/nar/gkv1233.
17. Шевелева О.М., Часовщикова М.А., Бахарев А.А. Полиморфизм микросателлитных локусов крупного рогатого скота герфордской породы. *АгроЭкоИнфо*. 2018; 3(33): 44. eLIBRARY ID: 36349963. EDN: YMJBZ.
18. Алексеев И.А., Волков А.М., Иванова Р.Н., Ефимова И.О. Опыт выращивания теллят с применением пробиотика споробактерина. *Аграрный вестник Урала*. 2015; 2(132): 12-15. eLIBRARY ID: 23675595. EDN: TYCKSB.
8. Zyryanova S.V., Abramova M.V., Ilyina A.V., Kononov A.V. Monitoring of breeding and genetic characteristics of productive traits of cattle. *Dairy and beef cattle breeding*. 2021; 8: 19-23. DOI 10.33943/MMS.2021.46.39.005. eLIBRARY ID: 47635352. EDN: TLBDIA. (In Russian)
9. Mkrtchyan G.V., Bakai F.R., Bogdanova T.V. Genetic correlations between economically useful traits in cows of different generations. *Zootekhn.* 2021; 12: 4-7. DOI 10.25708/ZT.2021.24.30.002. eLIBRARY ID: 47318132. EDN: GAQZZN. (In Russian)
10. Garkovenko A. V., Radchenko V.V., Ilnitskaya E.V., et al. Polymorphism of cattle microsatellite complexes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (6): 1545-1551. eLIBRARY ID: 35755912. EDN: YBYWXB.
11. Sheveleva O.M., Bakharev A.A. Recommendations on the technology of beef cattle breeding. Tyumen: *Tyumen State Agricultural Academy*. 2012. p. 40. eLIBRARY ID: 43319712. EDN: XWFCGY. (In Russian)
12. Bakharev A.A., Sheveleva O.M., Fomintsev K.A., et al. Biotechnological characteristics of meat cattle breeds in the Tyumen region. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018; 10 (9): 2383-2390. eLIBRARY ID: 38645820. EDN: GYEGGS.
13. Berribe M.J., Carignano H.A., Lopez-Villalobos N., Poli M.A., Roldan D.L. QTL detection for fat yield on BTA14 using linkage disequilibrium based methods. *10th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod. Vancouver BC. Communication*. 2014; 617.
14. Casas E., Duan Q., Schneider M.J., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Cundiff L.V., et al. Polymorphisms in calpastatin and mu-calpain genes are associated with beef iron content. *Amin. Genet.* 2014; 45: 283-4.
15. Casas E., Hessman B.E., Keele J.W., Ridpath J.F. A genom-wide as-sociation study for the incidence of persistent bovine viral diarrhoea virus infection in cattle. *Amin. Genet.* 2015; 46: 8-15. doi: 10.1111/age.12239.
16. Hu Z.I., Park C.A., Reecy J.M. Developmental progress and current status of the animal QTLdb. *Nucleic Acids Res.* 2016; 44: 827-33. doi: 10.1093/nar/gkv1233.
17. Sheveleva O.M., Chasovshchikova M.A., Bakharev A.A. Polymorphism of microsatellite loci of Hereford cattle. *AgroEcolInfo*. 2018; 3(33): 44. eLIBRARY ID: 36349963. EDN: YMJBZ. (In Russian)
18. Alekseev I.A., Volkov A.M., Ivanova R.N., Efimova I.O. The experience of raising calves using the probiotic sporobacterin. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015; 2(132): 12-15. eLIBRARY ID: 23675595. EDN: TYCKSB. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Елена Юрьевна Немцева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: eunemtzeva@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3371-3034>

Инна Васильевна Воронова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация
E-mail: voinn1978@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5913-3161>

Наталья Леонидовна Игнатьева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашской Республики, 428003, Российская Федерация
E-mail: ignatieva_natalia@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1845-1443>

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Yurievna Nemtseva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science
Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: eunemtzeva@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3371-3034>

Inna Vasilyevna Voronova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science
Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: voinn1978@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5913-3161>

Natalia Leonidovna Ignatieva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science
Chuvash State Agrarian University, Karl Marx str., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: ignatieva_natalia@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1845-1443>

УДК 633.522:631.81

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-65-69

В.Л. Димитриев¹, ✉
Л.Г. Шашкаров¹,
Л.В. Елисеева¹,
А.Г. Ложкин¹,
А.В. Чернов¹,
В.В. Павлов²

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

✉ dimitrieff.vladislav@yandex.ru

Поступила в редакцию:
18.08.2022

Одобрена после рецензирования:
19.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-65-69

Vladislav L. Dimitriev¹, ✉
Leonid G. Shashkarov¹,
Lyudmila V. Eliseeva¹,
Alexander G. Lozhkin¹,
Alexander V. Chernov¹,
Vyacheslav V. Pavlov²

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russian Federation

✉ dimitrieff.vladislav@yandex.ru

Received by the editorial office:
18.08.2022

Accepted in revised:
19.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Влияние некоторых агротехнических условий выращивания конопли на урожайность семян и волокна

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В связи с широким внедрением в производство однодомных сортов конопли возникла необходимость изучения вопросов, касающихся влияния норм высева на урожайность и качество продукции. В частности, необходимо было изучить влияние норм высева семян на урожайность и качество семян, особенности роста и развития растений. Кроме того, для производства важно было установить влияние нормы высева на урожайность семян, стеблей и волокна, на технологические качества волокна и посевные качества семян.

Методы. Сравнительное изучение проводилось в 2000–2015 годах на опытных участках Чувашского НИИСХ. Посевная площадь каждой опытной делянки составляла 20 м², учетная — 18 м², повторность опыта — четырехкратная. Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике, принятой в Институте лубяных культур.

Результаты. Установлено, что густота стеблестоя увеличивается с повышением нормы высева семян при всех способах посева как на неудобренном, так и на удобренном фоне. На удобренном фоне при одинаковой норме высева семян и способе посева густота растений выше, чем на неудобренном фоне. Количество семян, вес семян и вес волокна с одного растения в изучаемых нами вариантах опыта уменьшались с увеличением нормы высева семян. Аналогичная закономерность получена и по весу 1000 семян. Наибольший вес семян и волокна с одного растения получен при широкорядном способе посева с нормой высева семян 10 кг на га, а наименьший — при сплошном способе посева с нормой высева семян 100 кг на га. Наиболее высокий урожай семян на обоих фонах удобрения получился при широкорядном способе посева и норме высева семян 10–15 кг/га. Наиболее высокий урожай волокна на обоих фонах получился при сплошном способе посева с нормой высева семян 80–100 кг/га.

Ключевые слова: конопля, семена, нормы высева, способы посева, минеральные удобрения, дозы внесения, урожайность, волокно

Для цитирования: Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Елисеева Л.В., Ложкин А.Г., Чернов А.В., Павлов В.В. Влияние некоторых агротехнических условий выращивания конопли на урожайность семян и волокна. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 65–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-65-69>

© Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Елисеева Л.В., Ложкин А.Г., Чернов А.В., Павлов В.В.

Influence of some agrotechnical conditions of hemp cultivation on seed and fiber yield

ABSTRACT

Relevance. In connection with the widespread introduction of monoecious hemp varieties into the production, it became necessary to study issues related to the effect of seeding rates on productivity and product quality. In particular, it was necessary to study the effect of seeding rates on the yield and quality of seeds, the characteristics of plant growth and development. In addition, it was important for production to establish the effect of the seeding rate on the yield of seeds, stems and fiber, on the technological qualities of the fiber and the sowing qualities of seeds.

Methods. A comparative study was carried out in 2000–2015 on the experimental plots of the Chuvash Research Institute of Agriculture. The sown area of each experimental plot was 20 m², accounting — 18 m², the repetition of the experiment was four times. Observations of the growth and development of plants were carried out according to the methodology adopted at the Institute of Bast Crops.

Results. It has been established that the density of the stem stand increases with an increase in the seeding rate for all sowing methods, both on an unfertilized and fertilized background. On a fertilized background with the same seeding rate and sowing method, the density of plants is higher than on an unfertilized background. The number of seeds, seed weight and fiber weight per plant in the experimental variants studied by us decreased with an increase in the seed sowing rate. A similar pattern was obtained for the weight of 1000 seeds. The largest weight of seeds and fiber from one plant was obtained with a single-row sowing method with a seeding rate of 10 kg per ha, and the smallest — with a continuous sowing method with a seeding rate of 100 kg per ha. The highest seed yield on both fertilized and unfertilized backgrounds was obtained with a wide-row sowing method and a seeding rate of 10–15 kg/ha. The highest fiber yield on both backgrounds was obtained with a continuous sowing method with a seeding rate of 80–100 kg/ha.

Key words: hemp, seeds, seeding rates, sowing methods, mineral fertilizers, application rates, yield, fiber

For citation: Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Eliseeva L.V., Lozhkin A.G., Chernov A.V., Pavlov V.V. Influence of some agrotechnical conditions of hemp cultivation on seed and fiber yield. Agrarian science. 2022; 364 (11): 65–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-65-69> (In Russian).

© Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Eliseeva L.V., Lozhkin A.G., Chernov A.V., Pavlov V.V.

Введение / Introduction

Конопля является культурой двустороннего направления использования, ее возделывают на получение семян и волокна [1–8]. Семена выращиваются для использования их на месте и для посева на зеленец в более северных районах страны, где они позволяют получить высокий урожай волокна. Посевы конопли размещены в основном в полевых севооборотах. Возделывание ее на обычных полевых землях требует строгого выполнения всего комплекса агротехнических мероприятий, направленных на накопление и сохранение влаги и улучшение плодородия почвы [9–12].

Урожай конопли формируется в результате сложного взаимодействия растений с комплексом условий внешней среды. В самом растении заложены потенциальные возможности самовоспроизводства, но они могут быть проявлены в наивысшей степени лишь в том случае, когда растение будет выращиваться в оптимальных условиях [13–14].

Исходя из этого, нами изучались некоторые агротехнические условия выращивания конопли. В частности, была исследована зависимость формирования урожая семян и волокна конопли от таких важных факторов, как норма высева семян, способ посева и доза внесения минеральных удобрений.

Материал и методы исследования / Materials and method

Сравнительное изучение влияния агротехнических условий выращивания конопли на урожайность семян и волокна проводилось в 2000–2015 годах на опытных участках Чувашского НИИСХ. Почва опытного участка — выщелоченный чернозем выше средней степени окультуренности. Пахотный слой (0–20 см) имел следующие агрохимические показатели: гумуса — 7,4%, подвижного фосфора — 18,4 мг, обменного калия — 25,4 мг на 100 г почвы, pH (солевая) — 5,5, гидролитическая кислотность — 7,5 мг-экв. Сумма поглощенных оснований — 28,9 мг-экв. на 100 г почвы. Посевная площадь каждой опытной делянки составляла 20 м², учетная — 18 м², повторность опыта — четырехкратная [15].

Опыты проводились с однодомным безгашишным сортом конопли среднерусского типа Диана, отличающейся высокой выравненностью по признаку пола, высокой урожайностью семян и волокна.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике, принятой в Институте лубяных культур [16].

Густоту стеблестоя определяли на стационарных площадках размером 0,5 м², выделенных с двух сторон на всех повторностях опытных делянок.

Методика морфологического анализа. В день уборки отбирали по 100 растений с каждого варианта. С этой целью укладывали на ровную поверхность 20 стеблей в виде горсти, выделяли по нисходящей длине 10 стеблей, выступающих под оставшимися, а на одиннадцатом определяли общую и техническую высоту растений, длину соцветия, диаметр в средней части стебля, массу стебля и семян. Морфологи-

ческий анализ проводили по методике, принятой в Институте лубяных культур [16].

Общую длину определяли измерением стебля от корневой шейки до верхушки соцветия, а техническую длину — измерением от корневой шейки до начала соцветия. Толщину стебля у корневой шейки и у основания измеряли при помощи микрометра.

Массу семян определяли взвешиванием на весах ВТК-200, предварительно очистив семена от посторонних примесей.

Содержание волокна определяли в средней части стебля, так как она является наиболее типичной по морфологическим признакам с относительно законченным структурным образованием волокнистого слоя.

В день взятия растительных образцов из средней части стебля вырезали отрезки длиной 30 см. Растительный материал доводили до воздушно-сухого состояния, после чего отрезки стеблей в нормальных условиях относительной влажности воздуха и температуры взвешивали на технологических весах с точностью до 0,01 г. После этого с отрезков тщательно снимали волокно. Содержание волокна вычисляли в процентах от веса отрезка и от массы луба отдельного отрезка стебля конопли. Все измерения и расчеты проводили по методике, принятой в Институте лубяных культур [16].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты морфологической оценки растений, выращенных при различных условиях, представлены в табл. 1.

Из данных таблицы следует, что морфологические признаки растений конопли, выращенной при различных способах посева, нормах высева семян и при различных условиях питания, неодинаковы. Растения с удобренного фона характеризовались большей высотой и толщиной стебля, длиной соцветия, а также имели большую поверхность листьев. Кроме того, растения, выращенные на более разреженных посевах, по морфологическим признакам также были более продуктивными. Растения, выращенные при сплошном способе посева с повышенной нормой высева семян, имели более низкие морфологические показатели.

Таблица 1. Формирование морфологических признаков растений конопли в зависимости от условий выращивания (среднее за 2000–2015 годы)

Table 1. Formation of morphological characteristics of hemp plants depending on growing conditions (average for 2000–2015)

Варианты опыта	Нормы высева семян на 1 га		Высота		Толщина стебля, мм	Длина соцветия, см	Листовая поверхность 1 растения, см ²
	кг	млн шт.	общая	техническая			
Контроль — без удобрений							
Широкоярядный	10	0,53	145	113	6,8	32	1091
Двустрочный 45 x 15 x 45 см	20	1,06	134	108	5,2	26	742
Сплошной 15 см	100	5,31	94	87	2,7	7	252
На фоне внесения N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀							
Широкоярядный	10	0,53	173	125	8,2	48	2343
Двустрочный 45 x 15 x 45 см	20	1,06	173	127	7,6	46	1308
Сплошной 15 см	100	5,31	141	120	4,1	21	331

Таблица 2. Изменение урожая семян и волокна конопли в зависимости от условий выращивания растений (среднее за 2000–2015 годы)

Table 2. Change in the yield of hemp seeds and fiber depending on the growing conditions of plants (average for 2000–2015)

Варианты опыта	Нормы высева семян на 1 га		Густота стебле- стоя, шт./м ²	Количество семян с 1 расте- ния, шт.	Вес 1000 семян, г	Вес семян с 1 расте- ния, г	Вес волокна с 1 расте- ния, г	Содер- жание волокна, %	Урожай, ц/га	
	кг	млн шт.							семян	волокна
На фоне без удобрения										
Широкорядный 60 см	10	0,53	18	157	19,10	3,0	1,8	20,3	5,5	3,3
	15	0,79	25	122	18,75	2,3	1,6	21,5	5,7	4,0
	20	1,06	31	92	18,47	1,7	1,4	20,7	5,4	4,2
Двустрочный 45 x 15 x 45 см	20	1,06	38	80	18,80	1,5	1,3	22,6	5,6	5,0
	30	1,60	66	48	18,64	0,9	0,8	22,8	6,1	5,4
Сплошной 15 см	60	3,18	118	22	18,08	0,4	0,5	22,0	5,1	6,0
	80	4,25	191	17	17,74	0,3	0,4	21,8	5,0	7,3
	100	5,31	226	11	17,52	0,2	0,3	23,2	5,0	7,6
На фоне N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀										
Широкорядный 60 см	10	0,53	21	247	19,85	4,9	2,8	20,7	10,3	5,9
	15	0,79	31	173	19,70	3,4	2,1	21,9	10,6	6,4
	20	1,06	36	167	19,18	3,2	1,9	21,4	11,6	6,8
Двустрочный 45 x 15 x 45 см	20	1,06	43	129	19,48	2,5	1,8	22,8	10,9	7,9
	30	1,60	68	73	19,25	1,4	1,3	22,4	9,8	8,6
Сплошной 15 см	60	3,18	120	43	18,64	0,8	1,0	23,7	10,1	11,5
	80	4,25	201	22	18,33	0,4	0,6	24,5	7,9	12,2
	100	5,31	240	17	18,12	0,3	0,5	23,7	8,0	12,4

Нетождественность морфологических показателей у растений, выращенных при разных условиях, в итоге обусловила величину урожая стеблей и семян (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что густота стеблестоя увеличивается с повышением нормы высева семян при всех способах посева как на удобренном, так и на удобренном фоне. На удобренном фоне при одинаковой норме высева семян и способе посева густота растений выше, чем на удобренном фоне.

Количество семян, вес семян и вес волокна с одного растения в изучаемых нами вариантах опыта уменьшались с увеличением нормы высева семян. Аналогичная закономерность получена и по весу 1000 семян. Абсолютные величины каждого из элементов урожая на удобренном фоне значительно выше, чем на удобренном.

Наибольший вес семян и волокна с одного растения получен при широком способе посева с нормой высева семян 10 кг на га, а наименьший — при сплошном способе посева с нормой высева семян 100 кг на га. Кажется бы, что и урожай с гектара должен быть наибольший при широком способе посева, а наименьший — при сплошном. Нашими опытами это не подтверждается.

Так, на удобренном фоне при широком способе посева с нормой высева семян 10 кг на 1 га получен урожай семян 5,5 ц/га, а волокна — 3,3 ц/га. При сплошном способе посева с нормой высева семян 100 кг на 1 га урожай семян составил 5 ц/га, а урожай волокна — 7,6 ц/га. Между вариантами опыта получена разница в урожае семян на 0,5, а волокна — на 4,3 ц/га, что можно объяснить следующими причинами.

При двустрочном способе посева густота стеблестоя на гектаре была в 12,5 раза больше, а количество семян в соцветии и вес семян с 1 растения соответственно в

14,3 и 15 раз меньше, чем в первом случае. Вес 1000 составил 17,52 г. Отсюда следует, что на удобренном фоне при широком способе посева урожай семян получен за счет высокой продуктивности каждого растения, а при сплошном способе — за счет густоты стеблестоя.

Вес волокна с одного растения при широком способе посева выше, чем в сплошном, в 6 раз, однако урожай волокна с гектара получен ниже на 4,3 ц/га. Эти данные указывают на то, что высокая продуктивность каждого растения при разреженных посевах не в состоянии превзойти тот суммарный урожай, который создается за счет густоты растений при сплошном посеве с нормой высева семян 100 кг на га. Следовательно, наибольший урожай в каждом конкретном случае формируется при оптимальном сочетании двух элементов структуры урожая — густоты стеблестоя и продуктивности каждого растения. Аналогичная закономерность получена и при выращивании конопли на удобренном фоне.

Выводы / Conclusion

Таким образом, повышение нормы высева семян конопли приводит к уменьшению высоты и толщины растений, длины соцветия, количества и веса семян и волокна в среднем с одного растения, а также веса 1000 семян, но увеличивает процентное содержание волокна в стеблях. Наиболее высокий урожай семян на обоих фонах удобрения дает широкий способ посева с нормой высева семян 10–15 кг/га. Наиболее высокий урожай волокна на обоих фонах можно получить при сплошном способе посева с нормой высева семян 80–100 кг/га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Ложкин А.Г. Перспективные направления развития селекции безгашишных сортов среднерусской конопля *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; № 1(53):81-85.
2. Дмитриевская И.И., Серков В.А., Жарких О.А., Белопухова Ю.Б. Опыт использования защитно-стимулирующего комплекса в коноплеводстве *Инновации в научно-техническом обеспечении агро-промышленного комплекса России: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия. 2020; 70-73.
3. Исламгулов Д.Р., Бигбаева Г.Г. История, состояние и перспективы возделывания конопля посевной. *Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 125-летию Т. С. Мальцева*. Под общей редакцией И. Н. Миколайчика. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия. 2020; 120-124.
4. Кабунина И. В. Восстановление и модернизация подотрасли коноплеводства на примере Пензенской области. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021; № 3 (381):26-30.
5. Плотников А. М., Гладков Д.В., Субботин И.А. Влияние норм высева на морфологические показатели конопля посевной. *Современные научно-практические решения в АПК: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции*. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2017; 715-720.
6. Серков В.А., Зеленина О.Н. Селекция однодомной безнаркотической конопля в Пензенском НИИСХ. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2011; Выпуск 1 (146-147):58-61.
7. Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; 12:34-36.
8. Степанов Г.С., Фадеев А.П., Романова И.В. Атлас – определитель половых типов растений конопля. Чебоксары: Чебоксарская типография №1; 2011:163 с.
9. Conrad C. Hemp for Health: the medical and nutritional uses of Cannabis sativa. Rochester VT US: Healing Art Press. 1997.
10. Dimitriev V., Shashkarov L., Mefodyev G. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems of Diana breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited; 2019:42050.
11. Fotterman P.S., Turner Z.C. Constituents of Cannabis sativa L J. *Pharmac. Sci.* 1972; 61(9):1476-8.
12. Kolander C. Hemp For TextileArtist North Vancouver. Canada: Mama D.O.C. 1995.
13. Mackie G Hemp - Cannabis sativa. *Proc. of the Flax and Other Bast Plants Symp.* Poznan, Poland. 1997 650-7.
14. Rosenthal E Hemp today .Oakland, CA, US. 1994.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс\$ 2014:351 с.
16. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М.: 1980:34.

REFERENCES

1. Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Lozhkin A.G. Perspective directions of development of selection of hashish-free varieties of Central Russian hemp Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2021; No. 1(53):81-85.
2. Dmitrievskaya I.I., Serkov V.A., Zhar-kih O.A., Belopukhova Yu.B. Experience in the use of a protective and stimulating complex in hemp growing. *Innovations in the scientific and technical support of the agro-industrial complex of Russia: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. Kursk: Kursk State Agricultural Academy. 2020; 70-73.
3. Islamgulov D.R., Bigbaeva G.G. History, state and prospects of hemp cultivation. Development of scientific, creative and innovative activities of youth: materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference of young scientists dedicated to the 125th anniversary of T. S. Maltsev. Under the general editorship of I. N. Mikolaichik. Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy. 2020; 120-124.
4. Kabunina I. V. Restoration and modernization of the hemp growing sub-sector on the example of the Penza region. *International Agricultural Journal*. 2021; No. 3(381):26-30.
5. Plotnikov A.M., Gladkov D.V., Subbotin I.A. Influence of seeding rates on the morphological parameters of hemp. Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex: a collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference. Penza: Penza State Agrarian University. 2017; 715-720.
6. Serkov V.A., Zelenina O.N. Selection of monoecious drug-free hemp in the Penza Research Institute of Agriculture. Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2011; Release 1 (146-147):58-61.
7. Smirnov A.A., Serkov V.A., Zelenina O.N. To the question of the general concept of innovative development of domestic hemp growing. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2011; 12:34-36.
8. Stepanov G.S., Fadeev A.P., Romanova I.V. Atlas - a determinant of sexual types of cannabis plants. Cheboksary: Cheboksary Printing House No. 1; 2011:163 p.
9. Conrad C. Hemp for Health: the medical and nutritional uses of Cannabis sativa. Rochester VT US: Healing Art Press. 1997.
10. Dimitriev V., Shashkarov L., Mefodyev G. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems of Diana breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk, June 20–22, 2019. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited; 2019:42050.
11. Fotterman P.S., Turner Z.C. Constituents of Cannabis sativa L J. *Pharmac. sci.* 1972; 61(9):1476-8.
12. Kolander C. Hemp For TextileArtist North Vancouver. Canada: Mama D.O.C. 1995.
13. Mackie G Hemp - Cannabis sativa. *Proc. of the Flax and Other Bast Plants Symp.* Poznan, Poland. 1997 650-7.
14. Rosenthal E Hemp today. Oakland, CA, US. 1994.
15. Dospekhov B. A. Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance\$ 2014:351 p.
16. Guidelines for conducting field and vegetation experiments with hemp. M.: 1980:34.

ОБ АВТОРАХ:

Владислав Львович Димитриев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация
E-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4757-6173>

Леонид Геннадьевич Шашкаров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация
E-mail: leonid.shashckarow@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9965-9953>

Людмила Валерьевна Елисеева, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства
Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация
E-mail: ludmilaval@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2414-5947>

Александр Геннадьевич Ложкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация
E-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1859-3794>

Александр Владимирович Чернов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация
E-mail: tcher.aleksandr2014@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8844-8138>

Вячеслав Валериевич Павлов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Московский проспект 15, Чебоксары, Чувашская Республика, 428015, Российская Федерация
E-mail: slavapavlov@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4968-2260>

ABOUT THE AUTHORS:

Vladislav Lvovich Dimitriev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation
E-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4757-6173>

Leonid Gennadievich Shashkarov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the departments,
Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation
E-mail: leonid.shashckarow@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9965-9953>

Lyudmila Valerievna Eliseeva, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Agriculture, Crop Production, Breeding and Seed Production
Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation
E-mail: ludmilaval@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2414-5947>

Alexander Gennadievich Lozhkin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation
E-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1859-3794>

Alexander Vladimirovich Chernov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation
E-mail: tcher.aleksandr2014@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8844-8138>

Vyacheslav Valerievich Pavlov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Moskovsky prospect 15, Cheboksary, Chuvash Republic, 428015, Russian Federation
E-mail: slavapavlov@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4968-2260>

УДК 631.86

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76

О.А. Васильев, ✉
О.Е. Андреева,
А.Н. Ильин,
А.О. Васильев,
А.Г. Ложкин
М.И. Яковлева

Чувашский государственный аграрный
университет, Чебоксары, Российская
Федерация

✉ vasiloleg@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
22.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Эффективность применения органических удобрений в звене севооборота на светло-серой лесной почве юга Волго-Вятского региона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вопросы воспроизводства плодородия светло-серых лесных почв лесостепной зоны и утилизации отходов птицеводческой промышленности в качестве органических удобрений взаимосвязаны и являются весьма актуальными.

Методы. В опытах изучалось действие одноразового внесения в почву различных доз (15, 30, 50 т/га) куриного помета, компоста из куриного помета и местных органических удобрений (сапропеля и торфа) на урожайность сельскохозяйственных культур и последствие удобрений на основные показатели почвенного плодородия — содержание гумуса, нитратного азота, фосфора и калия. Варианты опытов исследовались в шестикратной повторности. К лабораторным анализам почв и продукции растениеводства привлечен федеральный государственный центр агрохимической службы «Чувашский». Методы анализов почвенных проб и продукции растениеводства — общепринятые в агрохимической науке.

Результаты. Органические удобрения за три года исследований вносились в почву только один раз в начале опыта в дозах 15, 30 и 50 т/га, и действие их на урожайность и качество продукции растениеводства (клубни картофеля, зерна яровой пшеницы и гороха) в 2020–2022 гг. было положительным. Агрохимические свойства пахотного слоя почвы в вариантах с использованием органических удобрений значительно улучшились. Содержание нитратов в продукции в вариантах с дозами куриного помета и компоста 50 т/га и более приближались к критическому уровню. Местные удобрения (сапропель и торф) в дозе внесения в почву 30 т/га, куриный помет и компост в дозе внесения в почву 15 т/га являются хорошими органическими удобрениями, обладающими длительным последствием.

Ключевые слова: гумус, картофель, компост, сапропель, севооборот, плодородие, последствие, урожайность, горох

Для цитирования: Васильев О.А., Андреева О.Е., Ильин А.Н., Васильев А.О., Ложкин А.Г., Яковлева М.И. Эффективность применения органических удобрений в звене севооборота на светло-серой лесной почве юга Волго-Вятского региона. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 70–76. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76>

© Васильев О.А., Андреева О.Е., Ильин А.Н., Васильев А.О., Ложкин А.Г., Яковлева М.И.

The effectiveness of the use of organic fertilizers in the link of crop rotation on light gray forest soil of the south of the Volga-Vyatka region

ABSTRACT

Relevance. The issues of reproduction of fertility of light gray forest soils of the forest-steppe zone and utilization of poultry industry waste as organic fertilizers are interrelated and are very relevant.

Methods. The experiments studied the effect of one-time application of various doses (15, 30, 50 t/ha) of chicken manure, chicken manure compost and local organic fertilizers (sapropel and peat) on crop yields, and the aftereffect of fertilizers on the main indicators of soil fertility — amount of humus, nitrate nitrogen, phosphorus and potassium. The variants of the experiments were investigated sixfold. The Federal State Center of Agrochemical Service "Chuvashsky" was involved in laboratory analyses of soils and crop production. Methods of analysis of soil samples and crop production are generally accepted in agrochemical science.

Results. Organic fertilizers for three years of research were introduced into the soil only once at the beginning of the experiment in doses of 15, 30 and 50 t/ha, and their effect on the yield and quality of crop production (potato tubers, spring wheat grains and peas) in 2020–2022 was positive. The agrochemical properties of the arable soil layer in the variants with the use of organic fertilizers have significantly improved. The nitrate content in the products in variants with doses of chicken manure and compost of 50 t/ha or more approached the critical level. Local fertilizers (sapropel and peat) at a dose of 30 t/ha, chicken manure and compost at a dose of 15 t/ha are good organic fertilizers with a long aftereffect.

Key words: humus, potatoes, compost, sapropel, crop rotation, fertility, aftereffect, yield, peas

For citation: Vasiliev O.A., Andreeva O.E., Ilyin A.N., Vasiliev A.O., Lozhkin A.G., Yakovleva M.I. The effectiveness of the use of organic fertilizers in the link of crop rotation on light gray forest soil of the south of the Volga-Vyatka region. Agrarian science. 2022; 364 (11): 70–76. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76> (In Russian).

© Vasiliev O.A., Andreeva O.E., Ilyin A.N., Vasiliev A.O., Lozhkin A.G., Semenov A.A., Yakovleva M.I.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76

Oleg A. Vasiliev, ✉
Olga E. Andreeva,
Andrey N. Ilyin,
Aleksandr O. Vasiliev,
Aleksandr G. Lozhkin
Marina I. Yakovleva

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ vasiloleg@mail.ru

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
22.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Введение / Introduction

Использование органических удобрений в земледелии является обязательным элементом технологии в деле воспроизводства плодородия почв. Ежегодное использование 10–12 т/га полуперепревшего навоза на полях севооборотов Нечерноземья позволит сохранить запасы гумуса и предотвратить деградацию почв. Однако вопрос применения органических удобрений в земледелии сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации стоит остро — на поля вывозится менее 1 т/га органических удобрений. Основные причины — неурегулированное законодательство по производству и использованию навоза и птичьего помета, административные барьеры и др.

В связи с этим исследования по использованию органических удобрений в земледелии актуальны, особенно в связи с возросшим количеством в последние десятилетия птицеводческих фабрик в стране. Вопросы использования местных удобрений (сапропеля, торфа, куриного помета, нетрадиционных удобрений) в серых лесных почвах исследованы слабо; однако проведенные ранее исследования доказывают их эффективность [1–17].

Цель исследований — определить химический состав сапропеля, торфа, куриного помета и изучить их прямое действие и последствие на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур в звене севооборота «картофель — яровая пшеница — горох» и на основные агрохимические факторы плодородия светло-серой лесной тяжелосуглинистой почвы.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования по изучению прямого действия и последствия повышенных доз органических удобрений (сапропеля, торфа, куриного помета и компоста производства ООО «Агрохолдинг «Юрма»») начаты весной 2020 г. и продолжаются по настоящее время на территории опытного поля в СХПК «Слава» Чебоксарского района Чувашской Республики. Опытное поле расположено на плоской вершине водораздела, где распространены светло-серые лесные тяжелосуглинистые почвы. Предшественник — коостер безостый (*Bromus inermis*) более 12 лет пользования, в очень сильной степени засоренный вейником наземным (*Calamagrostis epigejos*). Агрохимические показатели пахотного слоя опытного поля типичны для подтипа светло-серых лесных почв [18, 19].

Подготовка поля перед закладкой опыта состояла из следующих этапов: ранней весной — уборка скошенной прошлогодней травянистой растительности за пределы поля, первичная двухкратная поперечная обработка почвы фрезами мотоблока «Нева МК-200», разметка вариантов опыта и разбрасывание удобрений по поверхности делянок, перемешивание удобрений с почвой до глубины 25 см с помощью мотоблока и затем — ручная посадка непророщенных клубней картофеля Гала (2-й репродукции) в лунки из расчета 45000 растений на гектар.

В опытах использовались следующие органические удобрения: сапропель и низинный торф Килемарского месторождения (Марийская Республика, Килемарский район), свежий куриный помет и компост «Юрма-Био» (ООО «Агрохолдинг «Юрма») Чебоксарского района). В научных целях для большей контрастности изменений в почве и качестве продукции растениеводства были использованы высокие дозы куриного помета. Исследовались следующие варианты: 1) контрольный;

2) сапропель — 15 т/га; 3) сапропель — 30 т/га; 4) сапропель — 50 т/га; 5) торф — 15 т/га; 6) торф — 30 т/га; 7) орф — 50 т/га; 8) свежий куриный помет — 15 т/га; 9) свежий куриный помет — 30 т/га; 10) свежий куриный помет — 50 т/га; 11) свежий куриный помет — 100 т/га; 12) компост «Юрма-Био» — 15 т/га; 13) компост «Юрма-Био» — 30 т/га; 14) компост «Юрма-Био» — 50 т/га.

Варианты опытов имели площадь 12,2 м²; расположение делянок систематическое, в 6-кратной повторности.

Агрохимические исследования химического состава органических удобрений выполнялись в испытательном лабораторном центре Чувашского государственного аграрного университета (ГОСТ 26712–94), почвенных проб — в почвенно-агрохимической лаборатории федерального государственного учреждения «Государственный центр агрохимической службы «Чувашский». При анализе почвенных проб на содержание доступных растениям форм фосфора и калия использовался метод Кирсанова (ГОСТ Р 54650–2011), гумуса — метод Тюрина (ГОСТ 262130–91). Содержание нитратов в почве контролировалось с помощью потенциометрического метода с нитратным ион-селективным электродом (ГОСТ 26951–86). Значения рН обменной кислотности определялись потенциометрическим методом в почвенной суспензии по ГОСТ 26483–85.

Диагностика обеспеченности растений азотом проводилась по методу Церлинг (индикатор — 1%-ный раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте).

25 мая 2021 г. для изучения последствия органических удобрений на этих же делянках была посеяна твердая яровая пшеница сорта Безенчукская Нива. После уборки яровой пшеницы поле не обрабатывалось.

В мае 2022 г. сразу после обработки поля мотоблоком на этих же участках был посеян среднеспелый прямостоячий горох сорта Дударь.

Вегетационный период 2020 г. был в целом относительно слабозасушливым: теплый и очень влажный месяц май сменился прохладным июнем, с редкими дождями; в июле наступил засушливый период с высокими температурами в дневное время суток. Осень наступила теплая, с частыми дождями.

Вегетационный период 2021 г. был более засушливым, чем в 2020 г., однако влаги в почве оказалось достаточно для формирования среднего по величине урожая. Климатические условия вегетационного периода 2022 г. во многом повторили 2020 г.: влажный месяц май сменился в июле-августе сухой жаркой погодой, продолжавшейся до начала сентября месяца.

Математическая обработка результатов анализа выполнялась по Доспехову в программе Excell [20, 21].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По результатам химических анализов испытательного лабораторного центра Чувашского государственного аграрного университета, используемые в опытах органические удобрения соответствуют техническим условиям, предъявляемым к ним по ГОСТ Р 53117–2008.

В Чувашской Республике основными лимитирующими урожайность сельскохозяйственных культур факторами являются недостаток почвенной влаги в летние месяцы и дефицит азотного питания растений. Поэтому содержание азота в органическом удобрении является главным фактором, определяющим его ценность.

Все используемые в опытах органические удобрения содержат в своем составе азот; минимальные количе-

Таблица 1. Прямое действие органических удобрений на урожайность и качество клубней картофеля

Table 1. Direct effect of organic fertilizers on productivity and quality of potato tubers

Варианты	Урожайность, т/га	Крахмал в сухом веществе, %	Нитраты в сыром веществе, мг/кг
Контрольный вариант	8,10	48,7	20
Сапропель — 15 т/га	13,05	53,4	49
Сапропель — 30 т/га	17,10	50,9	84
Сапропель — 50 т/га	22,05	49,2	75
Торф — 15 т/га	12,60	44,5	54
Торф — 30 т/га	13,05	46,4	46
Торф — 50 т/га	16,20	44,5	36
Куриный помет — 15 т/га	18,00	51,5	161
Куриный помет — 30 т/га	23,85	47,1	273
Куриный помет — 50 т/га	35,55	49,3	300
Куриный помет — 100 т/га	28,13	47,4	328
Компост — 15 т/га	18,07	50,9	154
Компост — 30 т/га	23,30	48,0	256
Компост — 50 т/га	27,8	47,3	285
НСР ₀₅	1,33		

Таблица 2. Последствие 1-го года органических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы

Table 2. Aftereffect of 1 year of organic fertilizers on yield and grain quality of spring wheat

Варианты	Урожайность, т/га	Крахмал в сухом веществе, %	Нитраты в сыром веществе, мг/кг
Контрольный вариант	1,37	11,81	32
Сапропель — 15 т/га	1,63	10,94	36
Сапропель — 30 т/га	2,12	11,81	35
Сапропель — 50 т/га	1,74	12,25	38
Торф — 15 т/га	1,34	11,56	34
Торф — 30 т/га	1,56	10,94	34
Торф — 50 т/га	1,65	10,98	36
Куриный помет — 15 т/га	1,82	12,16	43
Куриный помет — 30 т/га	2,23	12,38	48
Куриный помет — 50 т/га	2,18	12,10	52
Куриный помет — 100 т/га	1,68	11,81	86
Компост — 15 т/га	1,80	12,20	40
Компост — 30 т/га	2,25	12,95	45
Компост — 50 т/га	2,21	12,47	82
НСР ₀₅	0,21		

ства его, вносимые в почву в варианте «сапропель — 15 т/га», составляют 195 кг/га, «торф 15 т/га» — 180 кг/га; «куриный помет — 15 т/га» — 305 кг/га; «компост «Юрма-Био» — 15 т/га» — 267 кг/га, что достаточно для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур при благоприятных климатических условиях вегетационного периода. Все органические удобрения, за исключением свежего куриного помета, имели рассыпчатую структуру, слабый запах и хорошо разбрасывались по поверхности.

Растения картофеля в вариантах опыта развивались неравномерно, что визуально отмечалось как по цвету листьев (от светло-зеленого до темно-зеленого), их размеру, так и по высоте стеблей. Это объясняется не только разным содержанием азота в органических удобрениях, но и различной степенью его доступности корневой системе. Листовая азотная диагностика молодых растений картофеля, проведенная 7 июля по методу Церлинг, показала, что максимальный балл обеспеченности азотом соответствует вариантам «куриный помет — 50 т/га», «куриный помет — 100 т/га» и «компост — 50 т/га», а минимальный — контрольному варианту. К моменту уборки масса ботвы картофеля в вариантах с внесением куриного помета и компоста была более чем в два раза выше, чем в других вариантах; ботва оставалась зеленой, что указывает на избыточное азотное питание.

Таким образом, все использованные в опыте органические удобрения положительно повлияли на азотное питание, рост и развитие растений картофеля, и, как следствие, на урожайность клубней (табл. 1).

Данные табл. 1 свидетельствуют, что прибавки урожайности клубней картофеля во всех вариантах значительные; однако между вариантами с одинаковыми дозами внесения органических удобрений данная закономерность наблюдается не всегда. Например, вариант с внесением сапропеля в дозе 15 т/га примерно равноценен варианту с использованием торфа в дозе 15 т/га, а действие куриного помета во всех вариантах с одинаковыми дозами внесения равноценно действию компоста «Юрма-Био».

Содержание крахмала в клубнях картофеля повысилось во всех вариантах с использованием сапропеля, а также в вариантах с минимальными дозами куриного помета и компоста «Юрма-Био». Высокие дозы куриного помета и компоста «Юрма-Био» (30, 50 и 100 т/га) понизили содержание крахмала в клубнях картофеля.

Во всех вариантах опыта с применением торфа содержание крахмала в клубнях оказалось несколько ниже, чем в контрольном варианте.

Применение куриного помета и компоста «Юрма-Био» в дозах 30 т/га, 50 т/га и 100 т/га вызвало резкое повышение содержания нитратов в клубнях картофеля, превысившее ПДК (250 мг/кг).

В 2021 г. в вариантах опыта без дополнительного внесения удобрений была посеяна яровая пшеница

Безенчукская Нива. Растения яровой пшеницы более требовательны к плодородию почв, чем другие яровые зерновые культуры, и хорошо реагируют на применение удобрений.

Яровая пшеница Безенчукская Нива была посеяна 25 мая 2021 г. Во время роста и развития яровой пшеницы в вариантах опыта сразу после появления всходов появились резкие различия по высоте и цвету. Более обеспеченные питательными веществами участки обгоняли в росте менее обеспеченные и имели более насыщенный зеленый цвет.

Азотная листовая диагностика растений яровой пшеницы, проведенная по методу Церлинг, дала ожидаемые результаты — в вариантах с последствием куриного помета и компоста «Юрма-Био» баллы обеспеченности азотом были максимальными и достигали 7–8 баллов, в вариантах с последствием сапропеля — 3–3,5 баллов, торфа — 2,5–3 баллов. Однако уже в середине августа яровая пшеница в вариантах с высокими дозами куриного помета и компоста полегла, что понизило урожайность в данных вариантах.

Уборка яровой пшеницы произведена в начале сентября 2021 г. Урожайность показана в табл. 2.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, максимальная урожайность зерна яровой пшеницы получена в вариантах с последствием куриного помета и компоста «Юрма-Био», внесенных в дозе 30 т/га. Очевидно, что внесенные в почву еще в 2020 г. куриный помет и компост продолжают минерализоваться и обогащать пахотный слой азотом и питательными веществами.

Микроорганизмы почвы, постепенно разрушая органическое вещество удобрения, высвобождают элементы питания растений, обогащая ими почвенно-поглощающий комплекс и почвенный раствор, что улучшает условия питания сельскохозяйственных культур в течение всего вегетационного периода.

Последствие органических удобрений на агрохимические свойства почвы через 18 месяцев после внесения их в почву показано в табл. 3.

Из данных табл. 3 обращает на себя внимание резко возросшее в вариантах с использованием органических удобрений содержание в пахотном слое основных факторов плодородия почвы — гумуса и доступных растением соединений фосфора, калия и азота.

Особенно сильно содержание нитратов, подвижного фосфора и обменного калия повысились при внесении куриного помета и компоста «Юрма-Био» в дозах от 30 до 50 и 100 т/га.

Содержание нитратов в пахотном слое — важный показатель биологической активности почв и обеспе-

Таблица 3. Последствие органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы (октябрь, 2021 г.)

Table 3. Aftereffect of organic and mineral fertilizers on the agrochemical properties of the soil (October, 2021)

Варианты	Гумус, %	pH обменная	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Нитраты, мг/кг
Контрольный вариант	2,91	6,02	153	145	3,0
Сапропель — 15 т/га	3,14	6,14	180	146	3,3
Сапропель — 30 т/га	3,29	6,23	195	149	4,1
Сапропель — 50 т/га	3,42	6,45	201	155	4,8
Торф — 15 т/га	3,07	6,20	179	142	2,6
Торф — 30 т/га	3,15	6,30	188	138	3,1
Торф — 50 т/га	3,36	6,35	196	144	4,2
Куриный помет — 15 т/га	3,16	6,08	216	171	5,6
Куриный помет — 30 т/га	3,20	6,17	261	220	8,4
Куриный помет — 50 т/га	3,48	6,35	314	285	12,8
Куриный помет — 100 т/га	3,62	6,50	450	390	22,0
Компост — 15 т/га	3,18	6,08	225	188	5,2
Компост — 30 т/га	3,24	6,19	270	235	8,4
Компост — 50 т/га	3,53	6,55	329	300	11,6

Таблица 4. Динамика содержания нитратов (мг/кг) в профиле почвы в вариантах с высокими дозами органических удобрений

Table 4. Dynamics of nitrate content (mg/kg) in the soil profile in variants with high doses of organic fertilizers

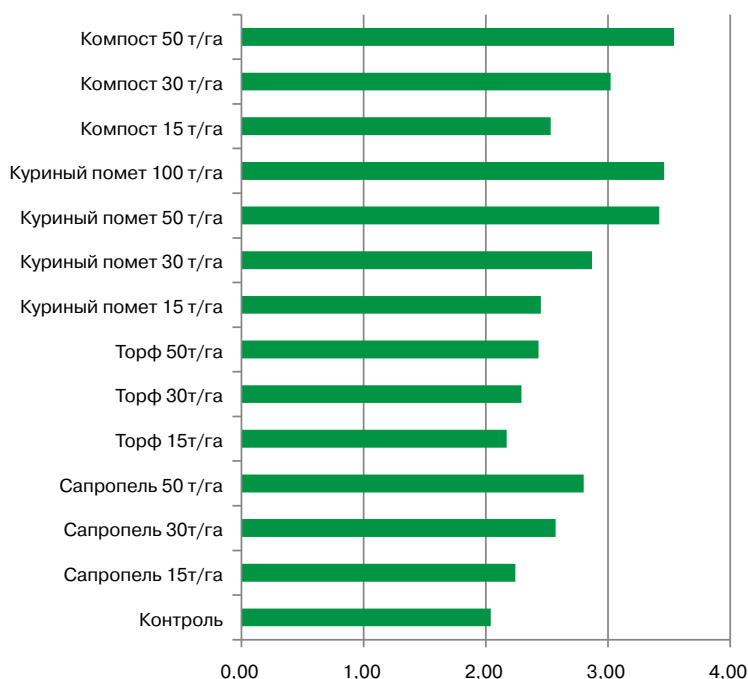
Варианты	2020 г.		2021 г.	
	0–20 см	40–60 см	0–20 см	40–60 см
Контрольный вариант	14,0	0,9	3,0	1,2
Сапропель — 50 т/га	18,6	1,6	4,8	1,9
Торф — 50 т/га	15,3	1,4	4,2	1,6
Куриный помет — 30 т/га	16,3	1,6	8,4	2,8
Куриный помет — 50 т/га	70,9	2,3	12,8	4,6
Куриный помет — 100 т/га	187,0	3,4	22,0	6,5
Компост — 30 т/га	14,9	1,5	8,2	3,1
Компост — 50 т/га	64,2	3,2	11,6	4,8

ченности растений азотом. В то же время необходимо отметить, что нитраты могут свободно мигрировать по профилю почвы с нисходящим током влаги, загрязняя грунтовые воды. ПДК нитратов в почве составляет 130 мг/кг. Исследования показали, что превышение ПДК нитратов наблюдалось в пахотном слое в варианте с внесением куриного помета 100 т/га (табл. 4).

Согласно данным табл. 4, нитраты заметно накапливаются в иллювиальном горизонте почвы в слое 40–60 см на второй год после внесения высоких доз органических удобрений.

По-видимому, передвижение нитратов в иллювиальный горизонт почвы происходит вместе со снеговыми водами в течение зимы и весны. Осенью мы фиксируем лишь остаточное количество нитратов, так как большую часть их усвоила корневая система растений.

Весной 2022 г. на опытном поле в пределах вариантов опыта после фрезерования пахотного слоя мотоблоком и без дополнительного применения удобрений был посеян горох Дударь. Так как весна затянулась, и

Рис. 1. Последствие органических удобрений на урожайность гороха в 2022 г.**Fig. 1.** Aftereffect of organic fertilizers on pea yield in 2022

почва была переувлажненной вплоть до середины мая, горох был посеян 25 мая.

Наблюдения за ростом и развитием всходов показали, что растения лучше развивались в вариантах с последствием органических удобрений: масса листьев и стеблей гороха в них были заметно больше.

Урожайность гороха Дударь в 2022 г. показана на рис. 1.

Как и в предыдущие годы, урожайность гороха в 2022 г. в полтора и более раз была выше в вариантах с внесением органических удобрений в 2020 г. за счет лучшего фосфорно-калийного питания растений. Кроме того, как показывают результаты исследований, использование органических удобрений повышает биологиче-

скую активность и агрофизические свойства пахотного слоя почвы.

В целом одноразовое использование органических удобрений повысило содержание основных химических элементов питания растений не только в год использования, но и в последующие годы.

Выводы / Conclusion

Научные исследования, проведенные в 2020–2022 гг., показали, что одноразовое внесение сапропеля, торфа, куриного помета производства ООО «Агрохолдинг «Юрма» и компоста «Юрма-Био» значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота «картофель — яровая пшеница — горох» и способствует расширенному воспроизводству плодородия светло-серой лесной тяжелосуглинистой почвы.

Урожайность, полученная в вариантах опыта при использовании одинаковых доз куриного помета и компоста «Юрма-Био», примерно равная. Однако из полученных дан-

ных не следует, что затраты на приготовление компоста из куриного помета не оправдывают себя. Свежий куриный помет в производственных условиях равномерно внести в почву невозможно, так как он имеет липкую и вязкую консистенцию, обладающую к тому же крайне острым, сильным и неприятным запахом.

Нельзя рекомендовать к использованию в качестве удобрения сельскохозяйственных культур повышенных доз куриного помета и компоста «Юрма-Био» (30, 50 и 100 т/га), так как это повышает содержание нитратов в продукции и почве и может вызвать загрязнение грунтовых вод.

Как показали результаты исследований, оптимальные дозы местных органических удобрений — 30 т/га, а куриного помета и компоста «Юрма-Био» — 15 т/га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев О.А., Васильев А.О., Нурсов И.Н. и др. Использование остатков молочной промышленности в качестве удобрения яровой пшеницы. *Перспективы развития аграрных наук: материалы Международной научно-практической конференции: тезисы докладов*. Чебоксары, 2020: 47-48. – EDN QQUNBS
2. Васильев О. А., Ильин А. Н., Нурсов И. Н., Зайцева Н. Н., Васильев А. О., Фадеева Н. А., Ложкин А. Г. Эффективность использования альтернативных удобрений в условиях Чувашской Республики IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020; 433 012050
3. Головачева Н. А., Пономарева Л. Ф., Кузнецова Е. В., Гордеев И. А. Опыт стран Европейского Союза в защите земель от воздействия сточных вод и безопасного применения осадка. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019; 7: 43-50
4. Демиденко Г. А. Агроэкологическая оценка осадков сточных вод на очистных сооружениях города Красноярска. *Вестник КрасГАУ*. 2018. 1 (139): 240-244

REFERENCES

1. Vasiliev O.A., Vasiliev A.O., Nursov I.N. and others. Using the remains of the dairy industry as a fertilizer for spring wheat. Prospects for the development of agricultural sciences: materials of the International scientific and practical conference: abstract. Cheboksary, 2020: 47-48. – EDNQQUNBS (In Russian)
2. Vasiliev O. A., Ilyin A. N., Nursov I. N., Zaitseva N. N., Vasiliev A. O., Fadeeva N. A., Lozhkin A. G. Efficiency of using alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic IOP Conf. Ser.: Earth Environ. sci. 2020; 433 012050 (In Russian)
3. Golovacheva N. A., Ponomareva L. F., Kuznetsova E. V., Gordeev I. A. Experience of the countries of the European Union in the protection of land from the effects of wastewater and the safe use of sludge. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2019; 7:43-50
4. Demidenko G. A. Agroecological assessment of sewage sludge at treatment facilities of the city of Krasnoyarsk. *Bulletin of KrasGAU*. 2018. 1 (139): 240-244 (In Russian)

5. Жигарева Ю. В. Агроэкологическая оценка эффективности осадков сточных вод при возделывании картофеля. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2018. 1: 194-20
6. Мерзлая Г. Е., Афанасьев Р. А. Решение проблемы утилизации осадков городских сточных вод. Химическая безопасность. 2017. 1 (1): 158-167
7. Нурсов И. Н. А. Васильев О. А., Васильев А. О. Использование остатков молочного производства в качестве удобрения яровой пшеницы. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. 3 (14): 25-31. DOI 10.17022/6hya-qf97. EDN PYJWGV
8. Никитин С. Н., Сайдышева Г. В., Захаров С. А. Влияние осадков сточных вод на агрохимические свойства почвы. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. 2017: 611-614
9. Шашкаров Л. Г., Елисеев И. П., Елисеева Л. В. Эффективность использования роговой копытной и цеолитсодержащего трепела для пропашных культур на светло-серых лесных почвах. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. 12 (2): 30-34
10. Arif M et al. Biochar improves phosphorus use efficiency of organic-inorganic fertilizers, maize-wheat productivity and soil quality in a low fertility alkaline soil. *Field Crop Res* 2017. 214 25 doi. org/10.1016/j.fcr.2017.08.018
11. Abou-Hussein, S.D. et al. Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on vegetative growth, chemical composition and yield of potato crops. *Acta Hort.* 2003. 608 73 doi. org/10.17660/ActaHortic.2003.608.9
12. Litoriya, N. et al. Nutritional Evaluation of Durum Wheat with Respect to Organic and Chemical Fertilizers. *Agricultural research* 2018. 7(2) 152. doi.org/10.1007/s40003-018-0301-2
13. Liu Z, Rong Q, Zhou W, Liang G. Effects of inorganic and organic amendment on soil chemical properties, enzyme activities, microbial community and soil quality in yellow clayey soil. *PLOS ONE*. 2017. 12(3). e0172767. doi.org/10.1371/journal.pone.0172767
14. Nosratabad, A. R. F., Etesami, H., & Shariati, S. Integrated use of organic fertilizer and bacterial inoculant improves phosphorus use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) fertilized with triple superphosphate. *Rhizosphere* 2017. 3 109. doi.org/10.1016/j.rhisph.2017.03.001
15. Sileshi, G.W., Jama, B., Vanlauwe, B. et al. Nutrient use efficiency and crop yield response to the combined application of cattle manure and inorganic fertilizer in sub-Saharan Africa. *NutrCycl Agroecosyst* 2019. 113 181. doi.org/10.1007/s10705-019-09974-3
16. Subhan, A. et al. Effect of organic and inorganic fertilizer on the water use efficiency and yield attributes of wheat under heavy textured soil. *Sarhad Journal of Agriculture* 2017. 33(4):582. doi.org/10.17582/journal.sja/2017/33.4.582.590
17. Singh, V. et al. Yields, Soil Health and Farm Profits under a Rice-Wheat System: Long-Term Effect of Fertilizers and Organic Manures Applied Alone and in Combination. *Agronomy* 2019:91 doi. org/10.3390/agronomy 9010001
18. Иванова, Т. Н., Сергеев В. С. Динамика агрохимических показателей плодородия почвы по результатам локального мониторинга. Вестник Башкирского аграрного университета. 2017. 2 (42): 11-15
19. Лисицын С. В., Ахметшин Ш. М., Белов О. А. Состояние и динамика плодородия пахотных земель в Чувашской Республике. Достижения науки и техники агропромышленного комплекса. 2019. 33 (4): 31-34
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М. Альянс 2014:351 с.
21. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М. 1980:34
5. Zhigareva Yu. V. Agroecological assessment of the effectiveness of sewage sludge in the cultivation of potatoes. Bulletin of the Tver State University. Series: Biology and ecology. 2018. 1:194-20 (In Russian)
6. Merzlaya G. E., Afanasiev R. A. Solving the problem of utilization of urban sewage sludge. Chemical safety. 2017. 1(1):158-167 (In Russian)
7. Nursov I.N.A. Vasiliev O.A., Vasiliev A.O. Use of dairy production residues as fertilizer for spring wheat. Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. 2020. 3 (14): 25-31. DOI 10.17022/6hya-qf97. EDN PYJWGV (In Russian)
8. Nikitin S. N., Saydyasheva G. V., Zakharov S. A. Influence of sewage sludge on the agrochemical properties of soil. Problems of reclamation of household waste, industrial and agricultural production. Collection of scientific papers based on materials of the V International Scientific Ecological Conference dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University. 2017: 611-614 (In Russian)
9. Shashkarov L.G., Eliseev I.P., Eliseeva L.V. Efficiency of using horny ungulate and zeolite-containing tripoli for tilled crops on light gray forest soils. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2017. 12 (2): 30-34 (In Russian)
10. Arif M et al. Biochar improves phosphorus use efficiency of organic-inorganic fertilizers, maize-wheat productivity and soil quality in a low fertility alkaline soil. *Field Crop Res* 2017. 214 25 doi. org/10.1016/j.fcr.2017.08.018
11. Abou-Hussein, S.D. et al. Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on vegetative growth, chemical composition and yield of potato crops. *Acta Hort.* 2003. 608 73 doi. org/10.17660/ActaHortic.2003.608.9
12. Litoriya, N. et al. Nutritional Evaluation of Durum Wheat with Respect to Organic and Chemical Fertilizers. *Agricultural research* 2018. 7(2) 152. doi.org/10.1007/s40003-018-0301-2
13. Liu Z, Rong Q, Zhou W, Liang G. Effects of inorganic and organic amendment on soil chemical properties, enzyme activities, microbial community and soil quality in yellow clayey soil. *PLOS ONE*. 2017. 12(3). e0172767. doi.org/10.1371/journal.pone.0172767
14. Nosratabad, A. R. F., Etesami, H., & Shariati, S. Integrated use of organic fertilizer and bacterial inoculant improves phosphorus use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) fertilized with triple superphosphate. *Rhizosphere* 2017. 3 109. doi.org/10.1016/j.rhisph.2017.03.001
15. Sileshi, G.W., Jama, B., Vanlauwe, B. et al. Nutrient use efficiency and crop yield response to the combined application of cattle manure and inorganic fertilizer in sub-Saharan Africa. *NutrCycl Agroecosyst* 2019. 113 181. doi.org/10.1007/s10705-019-09974-3
16. Subhan, A. et al. Effect of organic and inorganic fertilizer on the water use efficiency and yield attributes of wheat under heavy textured soil. *Sarhad Journal of Agriculture* 2017. 33(4):582. doi. org/10.17582/journal.sja/2017/33.4.582.590
17. Singh, V. et al. Yields, Soil Health and Farm Profits under a Rice-Wheat System: Long-Term Effect of Fertilizers and Organic Manures Applied Alone and in Combination. *Agronomy* 2019:91 doi. org/10.3390/agronomy 9010001
18. Ivanova, T. N., Sergeev, V.S. Dynamics of agrochemical indicators of soil fertility based on the results of local monitoring. Bulletin of the Bashkir Agrarian University. 2017. 2 (42): 11-15 (In Russian)
19. Lisitsyn S.V., Akhmetshin Sh.M., Belov O.A. Condition and dynamics of fertility of arable lands in the Chuvash Republic. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2019. 33(4):31-34 (In Russian)
20. Dospekhov B. A. Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance 2014:351 p. (In Russian)
21. Guidelines for conducting field and vegetation experiments with hemp. M.: 1980:34 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Олег Александрович Васильев, доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства, кадастров и экологии. Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29. Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация.
E-mail: vasiloleg@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4757-6173>

ABOUT THE AUTHORS:

Oleg Alexandrovich Vasiliev, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology. Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation/
E-mail: vasiloleg@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4757-6173>

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Евгеньевна Андреева, аспирантка 3 года обучения, ассистент кафедры землеустройства, кадастров и экологии. Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29.

Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация.

E-mail: kafedra_bpshp@mail.ru

Андрей Николаевич Ильин, старший преподаватель кафедры землеустройства, кадастров и экологии.

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29.

Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация.

E-mail: rus21andrey@yandex.ru

Александр Олегович Васильев, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса,

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация

E-mail: e-mail: 3777222@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9965-9953>

Александр Геннадьевич Ложкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29,

Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация

E-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1859-3794>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Evgenievna Andreeva, postgraduate student of 3 years of study, assistant of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology.

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29,

Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация

Andrey Nikolaevich Ilyin, Senior lecturer of the Department of Land Management, Cadastre and Ecology.

Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29.

Чебоксары, Чувашская Республика, 428032, Российская Федерация.

E-mail: rus21andrey@yandex.ru

Alexander Olegovich Vasiliev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service,

Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032,

Russian Federation

E-mail: e-mail: 3777222@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9965-9953>

Alexander Gennadievich Lozhkin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the departments of agriculture, crop production, selection and seed production

Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428032, Russian Federation

E-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1859-3794>

М.М. Нафиков¹, ✉
М.М. Хисматуллин²,
Л.Г. Шашкаров³

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация

² Казанский государственный аграрный университет, Казань, Российская Федерация

³ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ Nafikov_makarim@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Makarim M. Nafikov¹, ✉
Marcel M. Khismatullin²,
Leonid G. Shashkarov³

¹ Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

² Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation

³ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ Nafikov_makarim@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Влияние сроков посева и фонов минеральных туков на продуктивность сорго в условиях лесостепи Среднего Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Лесостепь Среднего Поволжья наиболее подвержена воздействию летних засухливых явлений. Кормовые культуры в зоне проведения исследования из-за недостатка влаги во второй половине вегетации часто формируют недостаточные урожаи. Сорговые культуры, в частности сорго сахарное, благодаря своей жаро- и засухоустойчивости достойны быть включены в полевые кормовые севообороты.

Методы. Для проведения исследований в условиях лесостепи Среднего Поволжья при разных сроках посева и норм минерального питания были заложены двухфакторные опыты. Фактор А — сроки посева: I — 10 мая; II — 20 мая; III — 30 мая. Фактор В — минеральные удобрения: без удобрений (контроль); $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{80}P_{80}K_{80}$.

Результаты. Выявлено, что сроки посева и фоны минерального питания оказывали влияние как на формирование листовой поверхности, высоту растений, динамику густоты их стояния, так и на формирование урожая. Так, листовая поверхность составляла на неудобренном фоне от 32,4 до 38,3 тыс. м²/га в фазе выхода в трубку, на среднем фоне — 34–37,0 в фазу цветения, на высоком — 51,9–55,0 тыс. м²/га перед уборкой. По высоте растений и по кустистости наблюдалась аналогичная ситуация. На фоне применения $N_{60}P_{60}K_{60}$ продолжительность вегетационного периода составляла в среднем за три года 113 дней, что на 9 дней больше, чем в контроле. Вариант минерального фона $N_{80}P_{80}K_{80}$ увеличивал период вегетации на 15 дней по сравнению с неудобренным вариантом опыта. Создание фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ во второй срок посева сорго позволило получить прибавку урожая кормовой массы от 6,6 до 8,0 т/га. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{80}P_{80}K_{80}$ обеспечивало прибавку урожая от 10,8 до 15,4 т/га.

Ключевые слова: урожайность, сорго сахарное, удобрения, листовая поверхность, период вегетации

Для цитирования: Нафиков М.М., Хисматуллин М.М., Шашкаров Л.Г. Влияние сроков посева и фонов минеральных туков на продуктивность сорго в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 77–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-77-80>

© Нафиков М.М., Хисматуллин М.М., Шашкаров Л.Г.

Influence of sowing dates and backgrounds of mineral fertilizers on the productivity of sorghum in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region

ABSTRACT

Relevance. The forest-steppe of the Middle Volga region is most susceptible to the influence of summer droughts. Forage crops in the study area due to lack of moisture in the second half of the growing season often form insufficient yields. Sorghum crops, in particular sugar sorghum, due to their heat and drought resistance, deserve to take a place in the field fodder crop rotations.

Methods. To conduct research in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region at different sowing dates and norms of mineral nutrition, two-factor experiments were laid. Factor A — sowing dates: I — May 10; II — May 20; III — May 30. Factor B — mineral fertilizers: without fertilizers (control); $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{80}P_{80}K_{80}$.

Results. It was revealed that the timing of sowing and the background of mineral nutrition had an impact on the formation of the leaf surface, plant height, the dynamics of their density, and on the formation of the crop. The leaf surface was from 32.4 to 38.3 thousand m²/ha on an unfertilized background in the booting phase, on an average background — 34–37.0 in the flowering phase, on a high background — 51.9–55.0 thousand m²/ha before harvesting. A similar situation was observed in terms of plant height and tillering of plants. When using $N_{60}P_{60}K_{60}$ the duration of the growing season averaged 113 days over three years, which is 9 days more than in the control. The variant of the mineral background $N_{80}P_{80}K_{80}$ increased the vegetation period by 15 days compared to the non-fertilized variant of the experiment. The creation of a background of mineral nutrition $N_{60}P_{60}K_{60}$ in the second term of sowing sorghum made it possible to obtain an increase in the yield of fodder mass from 6.6 to 8.0 t/ha. The application of mineral fertilizers at a dose of $N_{80}P_{80}K_{80}$ provided an increase in yield from 10.8 to 15.4 t/ha.

Key words: productivity, sugar sorghum, fertilizers, leaf surface, growing season

For citation: Nafikov M.M., Khismatullin M.M., Shashkarov L.G. Influence of sowing dates and backgrounds of mineral fertilizers on the productivity of sorghum in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. Agrarian science. 2022; 364 (11): 77–80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-77-80> (In Russian).

© Nafikov M.M., Khismatullin M.M., Shashkarov L.G.

Введение / Introduction

Проблема создания прочной кормовой базы имеет первостепенное значение. Зачастую заготовленные корма не отвечают предъявляемым требованиям, не позволяют сбалансировать кормовые рационы и не покрывают недостаток сахара, что приводит к значительным перерасходам и увеличению себестоимости продукции животноводства. Наиболее эффективным способом обогащения кормов сахаром и снижения их себестоимости является возделывание в кормовых севооборотах культур с высоким содержанием сахара. Для того чтобы реализовать это на производстве, в условиях лесостепи Среднего Поволжья, где часто повторяются засухи, возникла необходимость интродукции в агробиотопосы новых высокоэффективных кормовых культур, к которым относится и сорго сахарное [1–7].

Однако, несмотря на значительные преимущества по сравнению с другими культурами, сорго широкого распространения в Республике Татарстан пока не нашло.

Наибольшее распространение эта культура в Российской Федерации получила в Волгоградской, Саратовской, Оренбургской областях, Краснодарском крае и др. [8–14].

Наряду с коренным обновлением сортов, появлением новых подходов к подсчету доз и норм удобрений, систем основной и предпосевной обработок почвы, норм и способов посева, возделыванием сорго в одно-видовых и поливидовых посевах, дальнейшее изучение и совершенствование технологии возделывания имеют теоретическое и практическое значение. Целью исследований было изучение возделывания сахарного сорго в лесостепи Среднего Поволжья при разных сроках посева и нормах внесения минеральных туков.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Двухфакторные опыты закладывались в 2018–2020 гг. на выщелоченных чернозёмах Западного Закамья, находящихся в землепользовании КФХ «Рахматуллин», в соответствии с требованиями методики полевого опыта Б.А. Доспехова [15], в четырехкратной повторности, при систематическом размещении делянок площадью 64 м². Норма высева — 300 тыс. всхожих семян на 1 гектар посева.

1. Фактор А. Сроки посева: I — 10 мая; II — 20 мая; III — 30 мая.

2. Фактор В. Минеральные удобрения: без удобрений (контроль); N₆₀P₆₀K₆₀; N₈₀P₈₀K₈₀.

Опыты проводили с районированным сортом сорго сахарного — Кинельское-4.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Метеорологические условия для роста и развития растений сахарного сорго различались по годам исследований незначительно (рис. 1).

В табл. 1 приведены результаты подсчета растений по разным фоновым питанием. Они показывают, что полевая всхожесть, число всходов и

Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода за 2018–2020 года (по данным метеостанции «Чистополь»)

Fig. 1. Meteorological conditions of the growing season for 2018–2020 (according to the weather station "Chistopol")

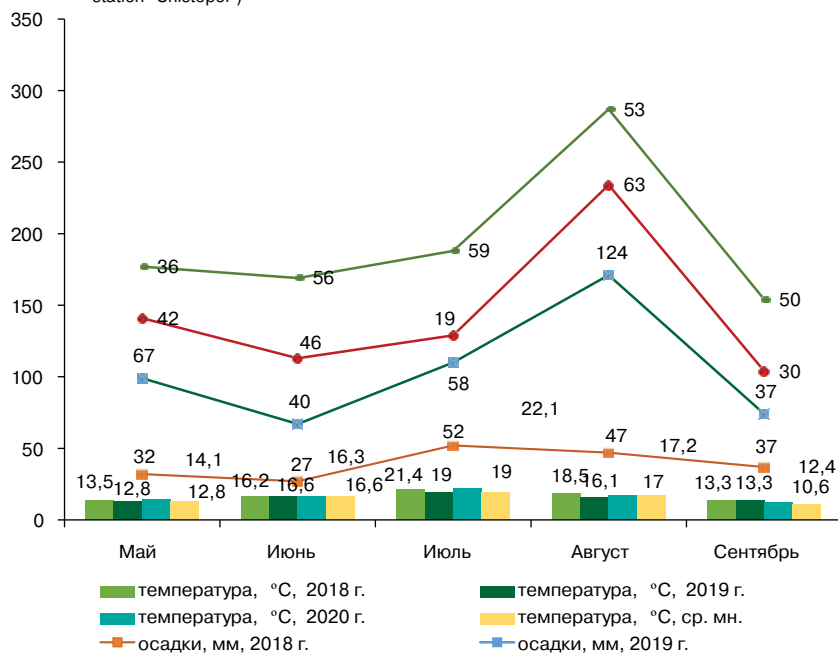


Таблица 1. Динамика густоты стояния сорго сорта Кинельское-4, шт./м², среднее за 2018–2020 гг.

Table 1. Dynamics of standing density of sorghum variety Kinelskoye-4, pcs./m², average for 2018–2020

Посев по срокам (А)	Дозы удобрений (В)	Число всходов, шт./м ² , по годам				Полевая всхожесть, %, по годам				Выживаемость растений к уборке, %
		2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее	
10 мая	Контроль	219	211	230	220	73,0	70,3	76,6	73,3	49,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	228	230	237	231	76,0	76,6	79,0	77,2	53,9
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	236	247	259	247	78,6	82,3	86,3	82,4	56,1
20 мая	Контроль	234	241	257	244	78,0	89,3	85,6	84,3	61,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	265	257	268	263	88,3	85,6	89,3	87,7	70,1
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	272	286	291	283	90,6	95,3	97,0	94,3	78,5
30 мая	Контроль	231	233	241	235	77,0	77,6	80,3	78,3	59,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	253	263	270	262	84,3	87,6	90,0	87,3	66,8
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	268	274	279	273	89,3	91,3	93,0	91,2	71,3
HCP _{0,5}		2,34	2,17	1,44						

Таблица 2. Листовая поверхность, высота растений и кустистость сорго сорта Кинельское-4, среднее за 2018–2020 гг.

Table 2. Leaf surface, plant height and bushiness of sorghum variety Kinelskoe-4, average for 2018–2020

Посев по срокам (А)	Дозы удобрений (В)	Листовая поверхность, тыс. м ² /га			Высота растений, см	Кустистость, число стеблей
		выход в трубку	цветение	перед уборкой		
Первый (10.05)	Контроль	32,4	47,1	42,6	162	1,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34,0	49,7	40,3	170	1,2
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	38,2	51,9	42,2	179	1,4
Второй (20.05)	Контроль	34,7	49,1	43,4	168	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	36,1	51,8	46,6	203	1,6
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	37,4	54,8	48,0	208	2,1
Третий (30.05)	Контроль	35,0	49,7	43,6	182	1,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	37,0	52,3	46,1	198	1,7
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	38,3	55,0	47,5	210	2,2

Таблица 3. Урожайность зеленой массы сорго сорта Кинельское 4 (т/га) за 2018–2020 гг. в зависимости от сроков посева и фона питания

Table 3. Green mass yield of sorghum variety Kinelskoye-4 (t/ha) for 2018–2020 depending on the timing of sowing and background nutrition

Дозы удобрений (В)	2018 г.		2019 г.		2020 г.		В среднем за 3 года
	уро- жай- ность	прибавка урожая	уро- жай- ность	при- бавка урожая	уро- жай- ность	прибавка урожая	
Первый срок — 10 мая							
Контроль	17,4	-	14,8	-	16,5	-	16,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,3	4,1	19,0	4,2	21,4	4,9	20,6
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	24,7	7,9	22,9	8,1	27,2	10,7	24,9
Второй срок — 20 мая							
Контроль	19,5	-	17,1	-	18,4	-	18,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,1	7,6	23,7	6,6	26,4	8,0	25,7
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	32,6	13,1	27,9	10,8	33,8	15,4	31,4
Третий срок — 30 мая							
Контроль	18,1	-	16,8	-	19,2	-	18,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,7	4,6	20,6	3,8	25,4	6,2	22,9
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	28,0	9,9	25,2	8,4	30,7	11,5	27,9
НСР _{0,5}	3,4		2,9		3,2		

выживаемость растений к уборке существенно различались. Наименьшая полевая всхожесть наблюдалась на контроле без внесения минеральных туков при первом сроке посева (73,3%), фоны внесённых минеральных туков повышали полевую всхожесть на 3,9 и 9,1%; такая же тенденция наблюдается и с выживаемостью растений к уборке.

Листовая поверхность у сахарного сорго составляла на контрольном варианте от 32,4 до 38,3 тыс. м²/га в фазе выхода в трубку, на среднем фоне — 34–37,0 в фазу цветения, на высоком — 51,9–55,0 тыс. м²/га перед уборкой. Данная тенденция наблюдалась по всем фазам вегетации вплоть до уборочной спелости. Наибольшие показатели во все фазы вегетации культуры

демонстрировал третий срок посева на фоне N₈₀P₈₀K₈₀ (табл. 2).

По высоте растений наблюдалась аналогичная ситуация, наименьшая высота растений наблюдалась в контроле, на неудобренном фоне, где растения достигали высоты 162 см при первом сроке посева, 168 — при втором и 182 см — при третьем. Среднее положение по высоте занимали растения при втором сроке посева, максимальное — при третьем. Аналогичная ситуация наблюдалась и по кустистости растений.

В современных условиях для получения высоких, стабильных и сбалансированных высокопитательных кормов первостепенное значение имеет организационно-экономическое обеспечение создания и освоения инноваций в массовой практике аграрного производства за счёт его организации на всех уровнях сельскохозяйственного производства. Получение высокопродуктивных посевов сорго возможно только при формировании оптимального числа растений на единицу площади.

При первом сроке посева урожая сорго по годам исследований в контроле, на неудобренном фоне, составляли от 16,2 до 18,3 т/га (табл. 3). Внесение минеральных туков дозой N₆₀P₆₀K₆₀ обеспечивало прибавку урожая на 4,4–7,4 т/га по годам. Внесение доз минеральных туков N₈₀P₈₀K₈₀ позволяло получить прибавку урожая на 8,7–13,1 т/га.

Создание фона питания из минеральных туков N₆₀P₆₀K₆₀ во второй срок посева сорго позволяло получить прибавку урожая зелёной массы от 6,6 до 8,0 т/га.

Внесение минеральных туков в дозе N₈₀P₈₀K₈₀ обеспечивало прибавку урожая от 10,8 до 15,4 т/га.

Внесение в третий срок посева сорго (III декада мая) минеральных туков в дозе N₈₀P₈₀K₈₀ обеспечивало прибавку урожая от 8,4 до 11,5 т/га, но при этом снижалась средняя

урожайность по сравнению со вторым сроком посева на 2,7–4,6 т/га кормовой массы.

Выводы / Conclusion

Нашими исследованиями установлено, что сахарное сорго сорта Кинельское-4 на выщелоченном чернозёме лесостепи Среднего Поволжья необходимо высевать начиная со второй декады мая.

Максимальное развитие листовой поверхности, высоты, кустистости растений сорго наблюдается на удобренном фоне N₈₀P₈₀K₈₀ при третьем сроке посева. Внесение минеральных туков во второй декаде мая в дозе N₈₀P₈₀K₈₀ обеспечивало наибольшую прибавку урожая — от 10,8 до 15,4 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маликов М.М. Система кормопроизводства в Республике Татарстан. Казань: Фолиант, 2002. 364 с.
2. Жужукин В.И., Горбунов В.С., Кибальник О.П., Семин Д.С., Гаршин А.Ю. Оценка комбинационной способности сортов сахарного сорго. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017; 5. 34-37.
3. Шайтанов О.Л., Низамов Р.М., Захарова Е.И. Оценка влияния глобального потепления на климат Татарстана. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021; 4 (40). С. 102-112.
4. Давлетшин Т.З. Агробиологические особенности возделывания сахарного сорго и суданской травы в Закамье Татарстана: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.09, 06.01.04. Саратов, 1999. 291 с.
5. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Ермолина Г.М., Метлина Г.В., Романюкин А.Е., Васильченко С.А., Шишова Е.А., Лушпина О.А., Сухенко Н.Н., Алабушев А.В. Рекомендации по технологии возделывания сорго зернового, сахарного и суданской трав. ООО «Амирит», Саратов, 2018. 28 с.
6. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Пронько В.В., Ерохина А.В. Продуктивность сахарного сорго при использовании гуминовых препаратов в условиях Нижнего Поволжья. Нива Поволжья. 2020; 3 (56). С. 3-9.
7. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке: справочник. Казань: Фолиант, 2018. 64 с.
8. Нафиков М.М. Зависимость урожайности сахарного сорго от приёмов предпосевной обработки почвы. Кукуруза и сорго. 2012; 3. С.21-23.
9. Нафиков М.М. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность сорго в условиях лесостепи Поволжья. Кукуруза и сорго. 2012; 4. С. 8-10.
10. Мухамадиев Р.Х., Низамов Р.М., Маликов М.М. Кормосмеси в системе кормопроизводства Республики Татарстан. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017; 12. 4 (46). С. 20-22.
11. Глуховцев В.В., Сыркина Л.Ф., Антимонов А.К., Антимонova О.Н. Роль новых сортов сахарного и зернового сорго в укреплении кормовой базы в засушливых условиях Среднего Поволжья и Урала. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014; 2. 37-39.
12. Наумова Т.В., Авраменко А.А. Продуктивность и питательность смешанных посевов сои в приморском крае. В сборнике: Молодые ученые - агропромышленному комплексу Дальнего Востока. Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и специалистов. 2020. С. 51-55.
13. Бельченко С.А., Дронов А.В., Васкина Т.И. Особенности биологии, опыт возделывания и перспективы переработки сорго сахарного на юго-западе центральной России. Вестник Ульяновской ГСХА. 2019; 2(46). С. 24-32.
14. Ефремова Е.Н., Павлов И.А. Использование сока сахарного сорго в пищевой промышленности. Поиск (Волгоград). 2017; 1 (6). С. 68-69.
- Доспехов Б.А., Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351.

ОБ АВТОРАХ:

Нафиков Макарим Махасимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская 18, Казань, Республика Татарстан, 420008, Российская Федерация
E-mail: Nafikov_makarim@mail.ru
http://orcid.org/0000-0002-9820-3185

Хисматуллин Марсель Мансурович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры организации сельскохозяйственного производства Казанский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 65, Казань, Республика Татарстан, 420015, Российская Федерация
E-mail: marselmansurovic@mail.ru

Шашкаров Леонид Геннадьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru

REFERENCES

1. Malikov M.M. Feed production system in the Republic of Tatarstan. - Kazan: Folio, 2002. 364 p. (In Russian)
2. Zhuzhukin V.I., Gorbunov V.S., Kibalnik O.P., Semin D.S., Garshin A.Yu. Evaluation of the combination ability of varieties of samples of sweet sorghum. Bulletin of Russian agricultural science. 2017; 5. pp. 34-37. (In Russian)
3. Shaitanov O.L., Nizamov R.M., Zakharova E.I. Assessment of the impact of global warming on the climate of Tatarstan. Grain legumes and cereals. 2021; 4 (40). pp. 102-112. (In Russian)
4. Davletshin T. Z. Agrobiological features of the cultivation of sugar sorghum and Sudanese grass in the Trans-Kama region of Tatarstan: doctoral dissertation in agricultural sciences: 06.01.09, 06.01.04. - Saratov, 1999. 291 p. (In Russian)
5. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Gorpinichenko S.I., Ermolina G.M., Metlina G.V., Romanyukin A.E., Vasilchenko S.A., Shishova E.A., Lushpina O.A., Sukhenko N.N., Alabushev A.V. Recommendations on the technology of cultivation of grain sorghum, sugar and Sudan grasses. LLC "Amirity", Saratov, 2018. 28 p. (In Russian)
6. Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semin D.S., Pronko V.V., Erokhina A.V. Productivity of sugar sorghum when using humic preparations in the conditions of the Lower Volga region. Niva of the Volga region. 2020; 3 (56). pp. 3-9. (In Russian)
7. Shaitanov O. L., Tagirov M.Sh. Key trends in climate change in Tatarstan in the 21st century: a handbook. Kazan: Folio, 2018. 64 p. (In Russian)
8. Nafikov M.M. Dependence of the yield of sweet sorghum on the methods of pre-sowing tillage. Corn and sorghum. 2012; 3. P. 21-23. (In Russian)
9. Nafikov M.M. Influence of methods of basic tillage on the productivity of sorghum in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. Corn and sorghum. 2012; 4. S. 8-10. (In Russian)
10. Mukhamadiev R.Kh., Nizamov R.M., Malikov M.M. Feed mixtures in the feed production system of the Republic of Tatarstan. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2017. V. 12. No. 4 (46). pp. 20-22. (In Russian)
11. Glukhovtsev V.V., Syrkina L.F., Antimonov A.K., Antimonova O.N. The role of new varieties of sugar and grain sorghum in strengthening the forage base in arid conditions of the Middle Volga and the Urals. News of the Orenburg State Agrarian University. 2014; 2. 37-39. (In Russian)
12. Naumova T.V., Avramenko A.A. Productivity and nutritional value of mixed soybean crops in Primorsky Krai. In the: Young scientists - to the agro-industrial complex of the Far East. Materials of the XX All-Russian scientific-practical conference of young scientists, graduate students and specialists. 2020. 51-55. (In Russian)
13. Belchenko S.A., Dronov A.V., Vaskina T.I. Features of biology, cultivation experience and prospects for processing sugar sorghum in the south-west of central Russia. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019. No. 2(46). pp. 24-32. (In Russian)
14. Efremova E.N., Pavlov I.A. Use of sugar sorghum juice in the food industry. Search (Volgograd). 2017; 1 (6). 68-69. (In Russian)
15. Dospekhov B.A., Dospekhov B.A. Methods of field experience. M.: Agropromizdat, 1985. 351. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Nafikov Makarim Mahasimovich, doctor of agricultural sciences, professor of the department of biomedical engineering and innovation management Kazan (Volga Region) Federal University, st. Kremlin, 18, Kazan, Republic of Tatarstan, 420008, Russian Federation
E-mail: Nafikov_makarim@mail.ru
http://orcid.org/0000-0002-9820-3185

Khismatullin Marcel Mansurovich, doctor of agricultural sciences, associate professor of the department of organization of agricultural production Kazan State Agrarian University, st. Karl Marx 65, Kazan, Republic of Tatarstan, 420015, Russian Federation
E-mail: marselmansurovic@mail.ru

Shashkarov Leonid Gennadievich, doctor of agricultural sciences, professor of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production Chuvash State Agrarian University, st. Karl Marx 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru

УДК 621.385.6; 637.513

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-81-87

Е.В. Воронов¹,
О.В. Михайлова¹, ✉
М.В. Просвирыкова³,
Д.А. Семенов¹,
П.В. Зайцев²,
Г.С. Юнусов²

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

² Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

³ Российского Государственного Аграрного Университета МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-81-87

Evgeniy V. Voronov¹,
Olga V. Mikhailova¹, ✉
Mariyana V. Prosviryakova¹,
Dmitry A. Semenov¹,
Peter V. Zaitsev²,
Gubeidulla S. Unusov²

¹ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

³ Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Сравнительный анализ СВЧ-грануляторов, реализующих электрофизические методы при переработке вторичного сельскохозяйственного сырья

РЕЗЮМЕ

Введение. Перспективным направлением гранулирования комбинированного вторичного сырья животного и растительного происхождения является высокотемпературное формование гранул под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), обеспечивающего улучшение микробиологических показателей белкового корма.

Методика. Исследования базировались на теории диэлектрического нагрева и теории формования гранул из многокомпонентного сырья. Исследования электродинамических показателей системы «генератор — резонатор» и визуализация распределения электромагнитного поля в резонаторе особой конструкции проводились с использованием программы CST Microwave Studio.

Результаты. Разработаны СВЧ-грануляторы многокомпонентного сырья, содержащие разные конструктивные исполнения резонаторов — например, тороидальный, цилиндрический и эллипсоидный резонаторы. Определены электродинамические параметры указанных резонаторов и описаны технические характеристики грануляторов. Вычислена необходимая удельная теплота для обработки вторичного жиросодержащего сырья. При производительности гранулятора 200 кг/ч и удельной мощности СВЧ-генератора 1,4–2 Вт/г продолжительность воздействия ЭМП СВЧ на сырье массой 0,8–1 кг в резонаторной камере должна составлять 10–12 с. Это обеспечивает минимальные удельные энергетические затраты — 0,06 кВт·ч/кг.

Ключевые слова: отходы животного и растительного происхождения, тороидальный и эллипсоидный резонаторы, СВЧ-генераторы, нагнетательный шнек, грануляторы, электродинамические параметры

Для цитирования: Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Семенов Д.А., Зайцев П.В., Юнусов Г.С. Сравнительный анализ СВЧ-грануляторов, реализующих электрофизические методы при переработке вторичного сельскохозяйственного сырья. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 81–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-81-87>

© Воронов Е.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Семенов Д.А., Зайцев П.В., Юнусов Г.С.

Comparative analysis of microwave granulators implementing electrophysical methods for processing secondary agricultural raw materials

ABSTRACT

Introduction. A promising direction for granulation of combined secondary raw materials of animal and vegetable origin is high-temperature molding of granules under the influence of an electromagnetic field of super highfrequency (SHF-EMF), which improves the microbiological parameters of protein feed.

Results. Microwave granulators of multicomponent raw materials containing different design versions of resonators have been developed — for example, toroidal, cylindrical and ellipsoidal resonators. The electrodynamic parameters of these resonators are determined and the technical characteristics of the granulators are described. The required specific heat for the processing of secondary fat-containing raw materials has been calculated. With a granulator capacity of 200 kg/h and a specific power of the microwave generator of 1.4–2 W/g, the duration of exposure to the raw material weighing 0.8–1 kg in the resonator chamber should be 10–12 s. This ensures the minimum specific energy costs of 0.06 kW·h/kg.

Key words: waste of animal and vegetable origin, toroidal and ellipsoidal resonators, microwave generators, injection auger, granulators, electrodynamic parameters

For citation: Voronov E.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Semenov D.A., Zaitsev P.V., Yunusov G.S. Comparative analysis of microwave granulators implementing electrophysical methods for processing secondary agricultural raw materials. Agrarian science. 2022; 364 (11): 81–87. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-81-87> (In Russian).

© Voronov E.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Semenov D.A., Zaitsev P.V., Yunusov G.S.

Введение / Introduction

Известно, что непищевые отходы убоя кроликов и птиц в фермерских хозяйствах утилизируют, так как при помощи имеющихся технологий и технических средств трудно достичь полного уничтожения патогенной микрофлоры. В настоящее время в хозяйствах эксплуатируются грануляторы и экструдеры для приготовления гранул из фуражного зерна, выпускаемые промышленностью [1].

Имеются экструдеры для высокотемпературного формования комбинированного сырья животного и растительного происхождения. Они предназначены для переработки зерновых отходов, отходов продуктовой сферы, шрота и жмыха в гранулированный комбикорм. В грануляторах выдавливающего типа, с формированием гранул в канале прессования кольцевой матрицы, сырье, попадая в полость между колесами-матрицами, вдавливаются зубьями в канал прессования [2]. Выдавливаемые из канала прессования гранулы диаметром 10–14 мм срезаются неподвижным ножом. Такие грануляторы не могут обеспечить высокую прочность и плотность гранул; в них не происходит обеззараживание гранул из-за короткой выдержки сырья под давлением; в матричных каналах необходимо создавать достаточно высокое давление для сдвига сжатого сырья, что существенно нагревает матрицу, происходят потери тепла в окружающую среду [3–8].

Гранулируя вторичное сырье, можно консервировать корм, уменьшить объем комбикорма, дозировать его ингредиенты, что позволит сбалансировать корм для животных, но при этом остается нерешенной проблема снижения общего микробного числа, влияющего на безопасность гранул для животных.

Поэтому разработка технологической линии производства гранулированного белкового корма с улучшенными микробиологическими показателями из непищевых отходов животного происхождения с добавлением вторичного сырья растительного происхождения остается актуальной задачей.

Перспективным направлением гранулирования комбинированного вторичного сырья животного и растительного происхождения является высокотемпературное формование гранул под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), обеспечивающего улучшение микробиологических показателей белкового корма. В связи с этим целью настоящей работы является разработка методологических основ для повышения эффективности технологии гранулирования вторичного сельскохозяйственного сырья сверхвысоко-частотным энергоподводом при сниженных энергетических затратах. При этом решаются задачи, связанные с разработкой и обоснованием параметров СВЧ-грануляторов для высокотемпературного формования гранул из вторичного сырья животного и растительного происхождения. Технической задачей является увеличение пропускной способности грануляторов и сокращение энергозатрат за счет избирательного диэлектрического нагрева многокомпонентного сырья.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Трехмерное моделирование различных конструктивных исполнений СВЧ-грануляторов (основные рабочие органы которых смещены с объемными резонаторами СВЧ-техники и маломощными магнетронами воздушного охлаждения) выполнялось с помощью программы Компас-3D V17. Исследования электродинамических

показателей системы «генератор — резонатор», а также визуализация распределения электромагнитного поля в рабочем органе особой конструкции проводились с использованием программы CST Microwave Studio.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

По существующей технологии обработки вторичного сельскохозяйственного сырья (жиросодержащего и нежиросодержащего) проводят разваривание и стерилизацию при температуре до 125 °С (в течение 1 ч — жиросодержащего и 40 мин — нежиросодержащего сырья). Качество продукта зависит от комбинированного действия двух факторов: максимальной температуры и продолжительности ее воздействия, зависящей от времени плавления жира и уничтожения патогенной микрофлоры (стерилизации) [9].

Удельная теплота q (Дж/кг), необходимая для обработки вторичного сырья животного происхождения, идет на начальный нагрев, плавление жира, денатурацию белка, испарение влаги и окончательный нагрев; она определяется следующим образом:

$$q = c_1 \cdot (T_{пл} - T_H) + b_{ж} \cdot r_{ж} + c_2 \cdot (T_K - T_{пл}) + a \cdot (T_K - T_H) + b_B \cdot r_B, \quad (1)$$

где c_1 , c_2 — теплоемкость сырья до и после плавления жира, Дж/кг·°С; T_H , $T_{пл}$, T_K — температура сырья начальная, плавления жира и конечная, °С; $b_{ж}$ — массовая доля жира в сырье, кг/кг; $r_{ж}$ — скрытая теплота плавления жира, Дж/кг; a — энергия, идущая на денатурацию белка при изменении его температуры на 1 °С, Дж/кг·°С; b — массовая доля испарившейся воды, кг/кг; r_B — скрытая теплота плавления жира, Дж/кг.

Для вторичного сырья животного происхождения энергия, идущая на денатурацию белка, составляет $a = 840\text{--}1260$ Дж/кг·°С. Теплоемкость жира до плавления (c_1) равна 1300–3000 Дж/кг·°С, а после плавления (c_2) — 2600 Дж/кг·°С; скрытая теплота плавления жира $r_{ж} = 121000\text{--}151000$ Дж/кг; скрытая теплота испарения воды $r_B = (2480 - 2,27 \cdot T) \cdot 10^3$ Дж/кг; T — температура испарения воды.

Подставляя средние значения параметров сырья и температуры, мы рассчитали необходимую удельную теплоту для обработки вторичного жиросодержащего сырья:

$$q = 2000 \cdot (90 - 20) + 0,5 \cdot 136000 + 2600 \cdot (110 - 90) + 1000 \cdot (110 - 20) + 0,05 \cdot (2480 - 2,27 \cdot 100) \cdot 1000 = 462650 \text{ Дж/кг}. \quad (2)$$

В связи с тем, что удельная теплота не зависит от способа подвода энергии, можно вычислить, при какой напряженности электрического поля и за какой промежуток времени можно получить такую удельную теплоту ($462650 \text{ Вт} \cdot \text{с/кг} = 128,5 \text{ Вт} \cdot \text{ч/кг} = 0,1285 \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3$) при нагреве сырья в ЭМП СВЧ. Представим мощность диэлектрических потерь через диэлектрические параметры сырья (k) и электродинамические параметры системы (E , f):

$$P_{уд} = 5,55 \cdot 10^{-11} \cdot f \cdot k \cdot E^2 = 5,55 \cdot 10^{-11} \cdot 2450 \cdot 10^6 \cdot 40 \cdot (20000)^2 = 21,75 \cdot 10^8 \text{ Вт/м}^3 = 27,75 \cdot 10^5 \text{ Вт/кг}. \quad (3)$$

Проанализируем СВЧ-грануляторы с разными конструктивными исполнениями рабочих органов-резонаторов, разработанных в научной школе [5, 9–11].

1. СВЧ-гранулятор с тороидальным резонатором и дисковой матрицей

Известны тороидальные резонаторы с резко выраженным пространственным разведением электрического и магнитного полей. В конденсаторной части тороидального резонатора сосредоточена энергия электрического поля, и такой резонатор обладает достаточно большим объемом и собственной добротностью. На базе такого резонатора разработан СВЧ-гранулятор (рис. 1). Он выполнен в виде двух коаксиально расположенных цилиндров. Нижним основанием наружного цилиндра служит вращающаяся матрица из неферромагнитного материала со множеством отверстий. В зазоре, над вращающейся матрицей, установлены диэлектрические прижимные ролики с ребристой поверхностью, расположенные на оси. Во внутреннем цилиндре находятся нагнетательный шнек вращающийся нож, прижатый вплотную к решетке, которые образуют измельчающее и перемешивающее устройство. Под вращающейся матрицей установлен стационарный нож и емкость с отверстием для выгрузки гранул. Матрицей служит неферромагнитное перфорированное основание, то есть нижняя обкладка конденсатора, а через верхнюю перфорированную обкладку конденсатора с помощью нагнетательного шнека сырье попадает в рабочую зону, где с помощью СВЧ-генераторов возбуждено электромагнитное поле. Вторичное сырье подвергается термообработке и через матрицу высыпается гранулы. Изготовленный образец имеет производительность около 200 кг/ч при удельной мощности генератора 1,4–2 Вт/г и продолжительности воздействия ЭМП СВЧ на сырье 10–12 с. Это обеспечивает минимальные удельные энергетические затраты — 0,06 кВт·ч/кг.

Электродинамические параметры тороидального резонатора также обоснованы путем вычисления распределения ЭМП в нем с помощью программы CST Microwave Studio (рис. 2). Составлены формулы для определения добротности резонаторов соответствующих конструкций. Например, собственную добротность квазистационарного тороидального резонатора можно

вычислить через его площадь поверхности (S) и объем (V) с учетом толщины поверхности скин-слоя (если резонатор из алюминия, то $\Delta = 1,72 \cdot 10^{-5}$ м). Площадь поверхности перфорированного тороидального резонатора:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot \int_0^{h_2} r_2 \cdot \sqrt{1 + (r_2')^2} dy + 2 \cdot \pi \cdot \int_{h_2-h_1}^{h_2} r_1 \cdot \sqrt{1 + (r_1')^2} dy + 8 \cdot \int_0^{r_2} \sqrt{r_2^2 - x^2} dx + n \cdot 2 \cdot \pi \cdot \int_0^{h_3} r_3 \cdot \sqrt{1 + (r_3')^2} dy. \quad (4)$$

Объем тороидального резонатора:

$$V = \pi \cdot \int_0^{h_2} r_2^2 \cdot dy - \pi \cdot \int_{h_2-h_1}^{h_2} r_1^2 \cdot dy + n \cdot \pi \cdot \int_0^{h_3} r_3^2 \cdot dy. \quad (5)$$

Собственная добротность перфорированного квазистационарного тороидального резонатора:

$$Q = \frac{2 \cdot k}{\Delta} \cdot \frac{\pi \cdot \int_0^{h_2} r_2^2 \cdot dy - \pi \cdot \int_{h_2-h_1}^{h_2} r_1^2 \cdot dy + n \cdot \pi \cdot \int_0^{h_3} r_3^2 \cdot dy}{2 \pi \cdot \int_0^{h_2} r_2 \cdot \sqrt{1 + (r_2')^2} \cdot dy + 2 \pi \cdot \int_{h_2-h_1}^{h_2} r_1 \cdot \sqrt{1 + (r_1')^2} \cdot dy + 8 \cdot \int_0^{r_2} \sqrt{r_2^2 - x^2} \cdot dx + n \cdot 2 \pi \cdot \int_0^{h_3} r_3 \cdot \sqrt{1 + (r_3')^2} \cdot dy} \times \quad (6)$$

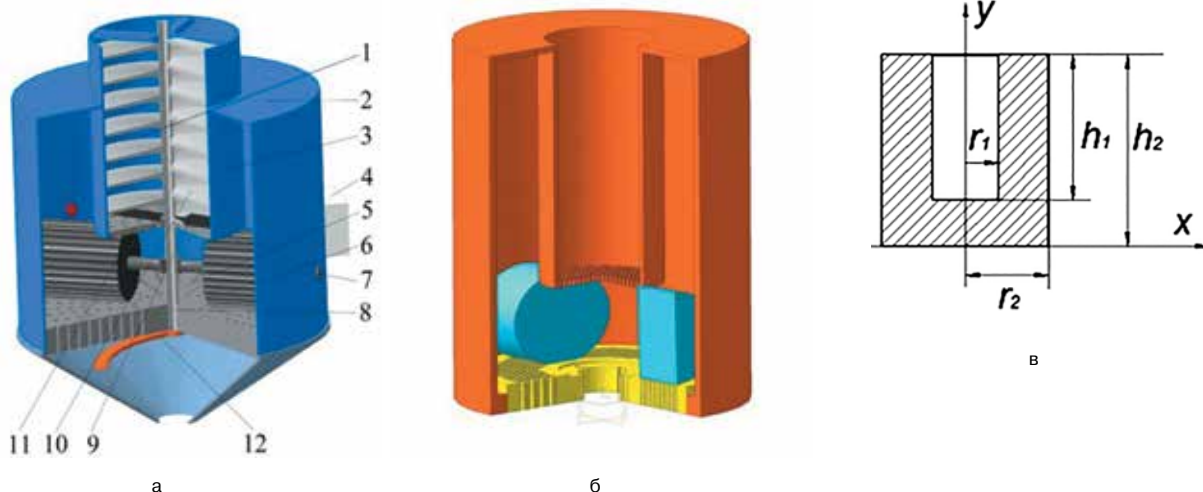
Порядок величины собственной добротности можно вычислить из соотношения:

$$Q = \frac{2}{\sqrt{1/\pi \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu_0 \cdot \mu}} \cdot \frac{V}{\mu \cdot S}, \quad (7)$$

где σ — удельная проводимость стенок резонатора, Сим/м; μ — относительная магнитная проницаемость среды; μ_0 — магнитная постоянная вакуума, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; удельная проводимость меди $\sigma = 58 \cdot 10^6$ Сим/м, алюминия $35 \cdot 10^6$ Сим/м.

Рис. 1. СВЧ-гранулятор: а — пространственное изображение; б — квазистационарный тороидальный резонатор; в — схема для расчета добротности; 1 — тороидальный резонатор; 2 — наружный цилиндр; 3 — внутренний цилиндр; 4 — СВЧ-генераторы; 5 — вращающаяся матрица из неферромагнитного материала; 6 — прижимные диэлектрические ролики; 7 — оребренная поверхность; 8 — вал мотора-редуктора; 9 — вращающийся нож; 10 — нагнетательный шнек; 11 — неферромагнитная решетка; 12 — стационарный нож

Fig. 1. Microwave granulator: а — spatial image; б — quasi-stationary toroidal resonator; в — Q-factor calculation scheme; 1 — toroidal resonator; 2 — outer cylinder; 3 — inner cylinder; 4 — microwave generators; 5 — rotating matrix of non-ferromagnetic material; 6 — clamping dielectric rollers; 7 — finned surface; 8 — gear motor shaft; 9 — rotating knife; 10 — injection auger; 11 — non-ferromagnetic grid; 12 — stationary knife



Результаты расчетов собственной добротности сведены в табл. 1.

Проведены исследования электродинамических параметров квазистационарного тороидального резонатора с помощью программы CST Microwave Studio (рис. 2). Результаты исследования свидетельствуют, что напряженность электрического поля в конденсаторной части составляет 3–6 кВ/см. При такой напряженности электрического поля в процессе высокотемпературного гранулирования обеспечивает полную стерилизацию вторичного сырья.

2. СВЧ-гранулятор с цилиндрическим резонатором

Установка (рис. 3) предназначена для гранулирования измельченных отходов животного и растительного происхождения в процессе диэлектрического нагрева. СВЧ-гранулятор (патент № 2703940) содержит цилиндрический экранирующий корпус с выгрузным патрубком, внутри которого соосно расположен цилиндрический резонатор, выполняющий функцию рабочей камеры. Внутри камеры между диэлектрическими плитами крепления расположены прижимные диэлектрические ролики с оребренной поверхностью с плотным прилеганием к внутренней поверхности цилиндрической матрицы, являющейся составной частью образующей цилиндрического резонатора. Нижняя диэлектрическая плита расположена на валу электропривода, куда вмонтирован узел, содержащий вертикально расположенный нож и скребок. Загрузочная емкость выполнена в виде воронки из неферромагнитного материала, внутри которой соосно расположен конусообразный экран; его основание и нижнее основание загрузочной емкости расположены таким образом, что между ними имеется кольцевое пространство зазором менее четверти длины волны. С боковой стороны цилиндрического резона-

Таблица 1. Электродинамические параметры резонатора
Table 1. Electrodynamic parameters of the resonator

Наименование	Параметры
Площадь поверхности резонатора, м²	0,8
Объем резонатора, м³	0,12
Собственная добротность резонатора	7000
Напряженность электрического поля в зазоре, кВ/см	2,5–3

тора со сдвигом на 120 градусов установлены излучатели от СВЧ-генераторов.

Итак, основными рабочими органами гранулятора выступают матрица, являющаяся образующей цилиндрического резонатора, прижимные ролики и СВЧ-генераторы. В процессе гранулирования многокомпонентного сырья снижается бактериальная обсемененность гранул до предельно допустимого уровня за счет высокой напряженности электрического поля, равной 1–1,5 кВ/см; при транспортировке уменьшается расслоение гранул. Гранулятор позволяет получать гранулы с разными структурно-механическими характеристиками.

Обоснованы эффективные режимы гранулирования комбинированного вторичного сырья животного и растительного происхождения: удельная мощность генератора 2–2,4 Вт/г; продолжительность высокотемпературного формирования гранул 3–5 г/с; плотность гранул 1200–1300 кг/м³; масса сырья в резонаторе 0,8–1,0 кг. Технические характеристики СВЧ-гранулятора (рис. 3) сведены в табл. 2.

Резонансная частота цилиндрического резонатора определяется по формулам:

для E_{mnl} -типа колебаний:

$$f = \frac{c}{2} \cdot \sqrt{(v_{mn} / \pi \cdot a)^2 + (l / h)^2}; \tag{8}$$

Рис. 2. Электродинамические параметры квазистационарного тороидального резонатора: а — распределение напряженности электрического поля (мода 1, E-Field); б — распределение напряженности магнитной составляющей поля (мода 1, H-Field); в — распределение напряженности магнитной составляющей поля (мода 1, Surface Current)

Fig. 2. Electrodynamic parameters of a quasi-stationary toroidal resonator: а — electric field strength distribution (mode 1, E-Field); б — magnetic field component strength distribution (mode 1, H-Field); в — magnetic field strength distribution (mode 1, Surface Current)

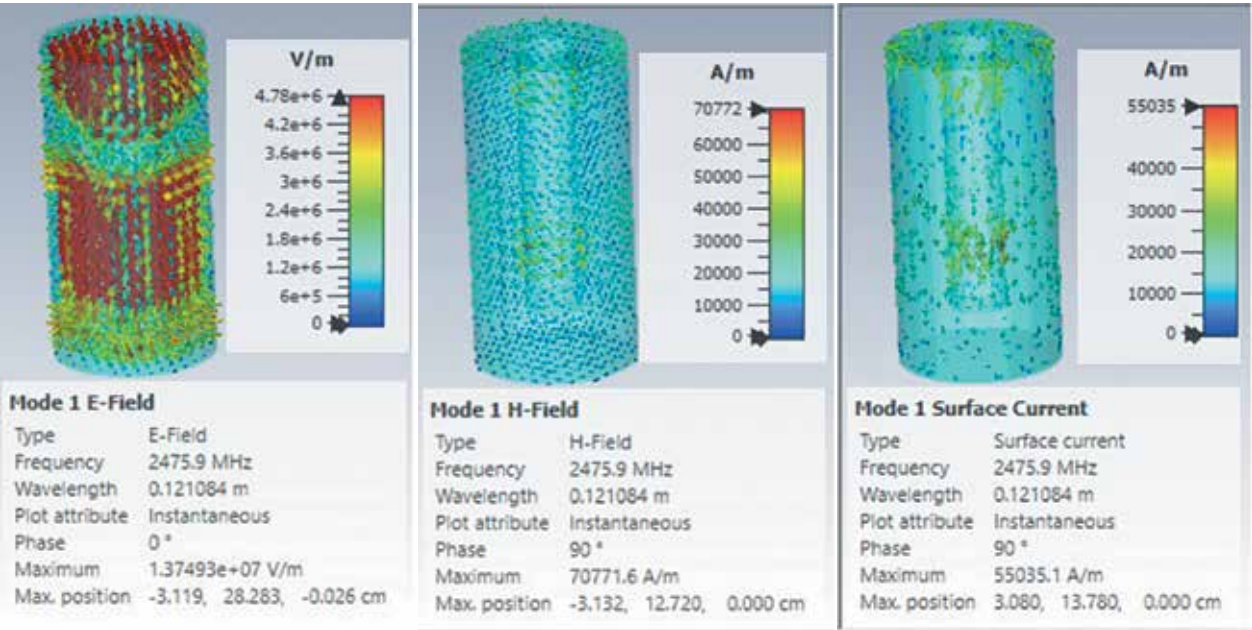
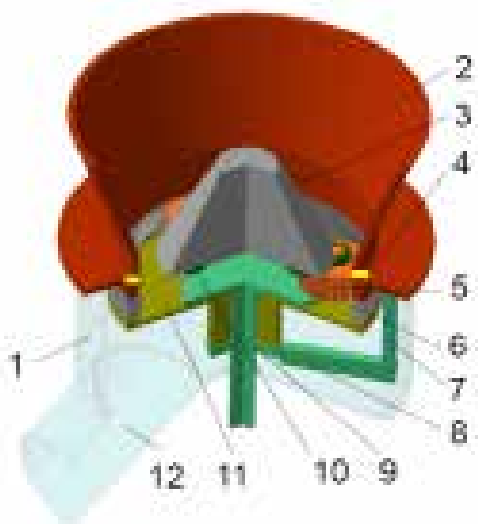


Рис. 3. СВЧ-гранулятор с цилиндрическим резонатором: 1 — экранирующий корпус; 2 — загрузочная неферромагнитная емкость; 3 — конусообразный экран; 4 — излучатели; 5 — прижимные диэлектрические ролики; 6 — неферромагнитная цилиндрическая матрица; 7 — нож; 8 — скребок; 9 — вал электропривода; 10 — верхняя и нижняя диэлектрические плиты для крепления прижимных роликов; 11 — цилиндрический резонатор; 12 — выгрузной патрубком

Fig. 3. Microwave granulator with cylindrical resonator: 1 — shielding housing; 2 — loading non-ferromagnetic container; 3 — cone-shaped screen; 4 — emitters; 5 — pressure dielectric rollers; 6 — non-ferromagnetic cylindrical matrix; 7 — knife; 8 — scraper; 9 — electric drive shaft; 10 — upper and lower dielectric plates for mounting pressure rollers; 11 — cylindrical resonator; 12 — heavy pipe



для H_{mnl} -типа колебаний:

$$f = \frac{c}{2} \cdot \sqrt{(\mu_{mn} / \pi \cdot a)^2 + (l/h)^2}, \quad (9)$$

где c — скорость света, м/с; μ_{mn} — магнитная проницаемость; a , h — диаметр и высота цилиндрического резонатора;

Для колебаний индекс m соответствует числу полных периодов стоячих волн, укладывающихся по окружности резонаторов; индекс n характеризует число полупериодов по радиусу, а индекс l — по высоте резонатора.

В связи с тем, что высота цилиндрического резонатора в два раза меньше диаметра, мода H_{011} обладает особым свойством. Для такого резонатора не требуется наличие контакта между цилиндрической стенкой и основанием. Силовые линии магнитного поля направлены таким образом, что в стенках резонатора протекают токи по окружности цилиндра. Поэтому между боковой поверхностью и верхним основанием может быть кольцевое отверстие для подачи измельченного сырья в резонатор, что подавляет колебание E_{111} , так как кольцевое отверстие является препятствием для продольных токов волны E_{111} . В силу того, что l не может быть равным нулю, длина волны H_{011} зависит как от радиуса, так и от высоты цилиндрического резонатора (рис. 4).

3. СВЧ-гранулятор с эллипсоидными резонаторами и зубчатыми кольцевыми матрицами

СВЧ-гранулятор (рис. 5), патент № 2709089, предназначен для производства гранул из смеси зерноотходов и отходов животного происхождения влажностью до 25%. Он содержит эллипсоидные резонаторы 1 и зуб-

Рис. 4. Структура поля в цилиндрическом резонаторе

Fig. 4. Field structure in a cylindrical resonator

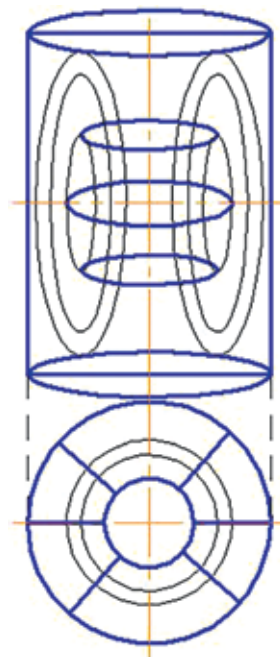


Таблица 2. Технические характеристики СВЧ-гранулятора

Table 2. Technical characteristics of the microwave granulator

Наименование	Параметры
Производительность, кг/ч	300–350
Мощность СВЧ-генераторов, кВт	3,6
Мощность привода прижимных роликов, кВт	7,5
Частота вращения, об/мин	1400
Общая мощность установки, кВт	11,1
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,032–0,037
Габаритные размеры, м	1,0 x 0,8

чатые кольцевые матрицы 4. Внутри каждого из двух эллипсоидных резонаторов, выполненных из равных нижних и верхних сферических частей, расположены зубчатые фторопластовые кольцевые матрицы. Они установлены между прижимными диэлектрическими кольцами 13. Верхние диэлектрические кольца жестко прикреплены к валам, один из которых — приводной 7, а второй — ведомый 11. По наружным периметрам зубчатых кольцевых матриц до зоны внешнего зубчатого зацепления 9 установлены экранирующие ободы 3, имеющие внутренние пазы для зубьев. В нижних частях эллипсоидных резонаторов имеются выгрузные кольцевые отверстия 8, шириной не более четверти длины волны, и диэлектрические скребки 6, прикрепленные к валам. В верхних частях эллипсоидных резонаторов расположены излучатели 2 от СВЧ-генераторов. На уровне каналов для прессования 10 с внутренней стороны зубчатых кольцевых матриц диэлектрический нож 5 жестко прикреплен к нижнему основанию приемного лотка 12 из неферромагнитного материала, установленного под эллипсоидными резонаторами. Неферромагнитная камера для приема измельченного сырья 14,

расположенная над эллипсоидными резонаторами, на нижнем основании, в зоне внешнего зубчатого зацепления 9, имеет прорезь.

При производительности гранулятора 200 кг/ч и удельной мощности СВЧ-генератора 1,4–2 Вт/г продолжительность воздействия ЭМП СВЧ на сырье массой 0,8–1 кг в резонаторной камере должна составлять 10–12 с. Это обеспечивает минимальные удельные энергетические затраты — 0,06 кВт·ч/кг.

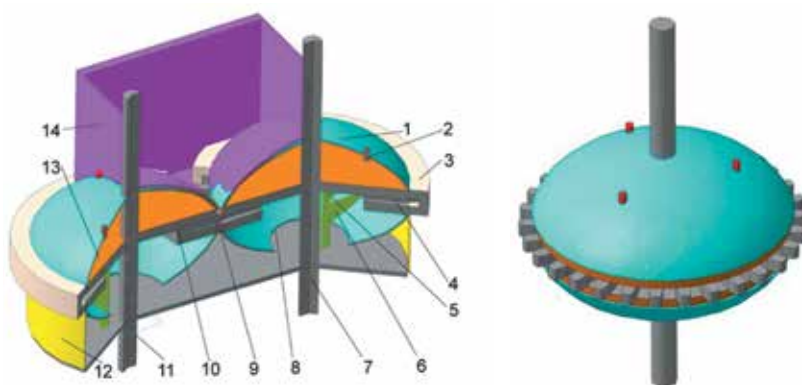
Выводы / Conclusion

Анализ разработанных в нашей научной школе и запатентованных конструкций СВЧ-грануляторов показывает, что приборы с цилиндрическим и тороидальным резонаторами рекомендуется использовать для гранулирования обезвоженных непищевых отходов убоя животных при высокой напряженности электрического поля, обеспечивающей снижение бактериальной обсемененности сырья. Их достоинство — небольшая скорость вращения матрицы, следовательно, меньший износ роликов, простота в обслуживании.

СВЧ-гранулятор с эллипсоидными резонаторами и зубчатыми кольцевыми матрицами рекомендуется использовать для производства стерильных гранул высокого качества из отходов растительного и животного происхождения, предварительно смешанных в определенной концентрации. Установка имеет низкую

Рис. 5. СВЧ-гранулятор с эллипсоидными резонаторами: а — общий вид; б — эллипсоидный резонатор; 1 — эллипсоидный резонатор; 2 — излучатели от генераторов; 3 — экранирующий обод; 4 — зубчатые фторопластовые кольцевые матрицы; 5 — диэлектрический нож; 6 — диэлектрический скребок для выгрузки гранул; 7 — приводной вал; 8 — выгрузное кольцевое отверстие; 9 — внешнее зубчатое зацепление; 10 — каналы для прессования в матрице; 11 — ведомый вал; 12 — приемный лоток для гранул; 13 — фторопластовые прижимные кольца; 14 — камера для приема измельченного сырья

Fig. 5. Microwave granulator with ellipsoid resonators: а — general view; б — ellipsoid resonator; 1 — ellipsoid resonator; 2 — emitters from generators; 3 — shielding rim; 4 — toothed fluoroplastic ring matrices; 5 — dielectric knife; 6 — dielectric scraper for unloading pellets; 7 — drive shaft; 8 — discharge annular hole; 9 — external gear engagement; 10 — channels for pressing in the matrix; 11 — driven shaft; 12 — receiving tray for pellets; 13 — fluoroplastic pressure rings; 14 — chamber for receiving crushed raw materials



производительность, но рабочие органы долговечны. Повышение прочности гранул достигается за счет избирательного диэлектрического нагрева многокомпонентного сырья.

Каждая из предлагаемых конструкций грануляторов имеет свои преимущества и рассчитана на определенный вид вторичного сельскохозяйственного сырья с конкретными электрофизическими параметрами.

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. Воякин С.Н., Вишневецкий А.Н., Доценко С.М., Широков В.А. Обоснование процесса и параметров камеры сжатия сырья в смесителе-грануляторе [Процесс в смесителях-грануляторах]. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2018; 12(87). 208–213.
2. Макаренков Д.А., Назаров В.И., Гогопольский А.М., Трефилова Ю. А. Особенности выбора оборудования для гранулирования многокомпонентной полидисперсной шихты со вторичными материальными ресурсами на основе системного анализа. *Естественные науки. Вестник МГО*. 2019; 1. 49–64.
3. Сыроватка В.И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах. М.: ВНИИМЖ. 2010. 248 с.
4. Братишко В.В. Моделирование геометрических параметров шнековых зернопитателей. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2020; 1(13). 133–138.
5. Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Кириллов Н.К. Разработка и обоснование параметров установки для диэлектрического нагрева непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме [Технологии и технические средства]. *Вестник НГИЭИ*. 2017; 2(69). 61–71

REFERENCES

1. Voyakin S.N., Vishnevskiy A.N., Dotsenko S.M., Shirokov V.A. Justification of the process and parameters of the compression chamber of the mixer-granulator feed [Process in mixer-granulators]. *Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University*. 2018; 12(87). 208–213 (In Russian.)
2. Makarenkov D.A., Nazarov V.I., Gonopolsky A.M., Trefilova Y.A. Features of the choice of the granulating equipment of multicomponent polydisperse charge, with secondary material resources on the basis of the system analysis [Natural Sciences]. *Vestnik MGO*. 2019; 1. 49–64. (In Russian.)
3. Syrovatka V.I. Mashinnyye tekhnologii prigotovleniya kombikormov v khozyaystvakh [Machine technology for animal feed preparation on farms]. M.: VNIIMZH. 2010. 248 p. (In Russian.)
4. Bratishko V.V. Modeling of geometrical parameters of screw grain feeders [Modeling of granulators]. *Bulletin of the all-Russian research Institute of animal husbandry mechanization*. 2020; 1(13). 133–138 (In Russian.)
5. Zhdankin G.V., Novikova G.V., Mikhailova O.V., Kirillov N.K. Development and validation of the installation parameters for dielectric heating of non-food waste of animal origin in continuous mode [Technologies and technical means]. *Bulletin of NGIEI*. 2017; 2(69). 61–71 (In Russian.)

6. Скило В.В. Технологический процесс гранулирования комбикормовой грануляционной мельницы с зубчатыми колесами одинаковой горизонтально-матричной формы [Машинная технология приготовления кормов для животных на фермах]. *Вестник АНК Ставрополь*. 2020; 3(11). 68-71.
7. Полищук В.Ю., Чмыхов И.Г. Применение метода векторной оптимизации для аналитического исследования механизма прессования комбикормового гранулятора. *Пищевая технология. Известия высших учебных заведений*. 1997; 2-3(237-238). 69-70.
8. Стрекалов А.В., Стрекалов Ю. Электромагнитные поля и волны [Расчет электромагнитных полей]. М.: ИНФРА-М. 2015. 375 с.
9. Новикова Г.В., Жданкин Г.В., Михайлова О.В., Белов А.А. Анализ разработанных СВЧ-установок для термообработки сырья. *Электротехника. Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2016; 4(42). 89-93.
10. Шамин Е.А., Крайнов Ю.Е. Разработка установки для высокотемпературного гранулирования обезвоженных пищевых отходов. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2018; № 1(45). 109-114.
11. Шамин Е.А., Новикова Г.В., Крайнов Ю.Е. Разработка установки для высокотемпературного гранулирования обезвоженных непищевых отходов. *Электрификация сельского хозяйства. Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2018; 1(45). 109-114.
6. Skeelo V.V. the Technological process of granulation of feed pellet mill with gear wheels of equal horizontal-a matrix [Machine technology for animal feed preparation on farms]. *Vestnik APK Stavropol*. 2020; 3(11). 68-71 (In Russian.).
7. Polishchuk V.Yu., Chmykh I.G. Application of vector optimization method for analytical study of the pressing mechanism of feed pellet mill [Food technology]. *Proceedings of higher educational institutions*. 1997; 2-3(237-238). 69-70 (In Russian.).
8. Strekalov A.V., Strekalov Yu.A. Electromagnetic fields and waves [Calculation of electromagnetic fields]. M.: INFRA-M. 2015. 375 p. (In Russian.).
9. Novikova G.V., Zhdankin G.V., Mikhailova O.V., Belov A.A. Analysis of the developed microwave plants for heat treatment of raw materials [Electrotechnology]. *Bulletin of the Kazan state agrarian University*. 2016; 4(42). 89-93. (In Russian.).
10. Shamin E.A., Krainov Yu.E. Development of an installation for high-temperature granulation of dehydrated non-food waste. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2018; № 1(45). 109-114. (In Russian.).
11. Shamin E.A., Novikova G.V., Krainov Yu.E. Development of an installation for high-temperature granulation of dehydrated non-food waste [Electrification of agriculture]. *Bulletin of the Bashkir state agrarian University*. 2018; 1(45). 109-114 (In Russian.).

ОБ АВТОРАХ:

Евгений Викторович Воронов, кандидат экономических наук, доцент, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 А, ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижний Новгород, 606340 Российская Федерация
E-mail: e_voronov@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1633-3355>

Михайлова Ольга Валентиновна, доктор технических наук., профессор, профессор кафедры Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 А, ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижний Новгород, 606340 Российская Федерация
E-mail: ds1723@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Марьяна Валентиновна Просвирыкова, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 6, Листовничная аллея, Москва, 127422, Российская Федерация
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260x>

Дмитрий Александрович Семенов, кандидат экономических наук, доцент, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 А, ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижний Новгород, 606340 Российская Федерация
E-mail: xxxmy@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9228-6864>

Петр Владимирович Зайцев, доктор технических наук, профессор, Чувашский Государственный Аграрный Университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: zapevl@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7001-9431>

Губейдулла Сибятуллоевич Юнусов, доктор технических наук, профессор, Чувашский Государственный Аграрный Университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: 270144@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2127-6439>

ABOUT THE AUTHORS:

Evgeny Viktorovich Voronov, Candidate of Economics, Associate Professor, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 22 A, str. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod, 606340 Russian Federation
E-mail: e_voronov@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1633-3355>

Mikhailova Olga Valentinovna, Tech D, Professor, Professor of the Department Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 22 A, str. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod, 606340 Russian Federation
E-mail: ds1723@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Mariana Valentinovna Prosviryakova, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiriazev, 6, Listvenichnaya Alley, Moscow, 127422, Russian Federation
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260x>

Dmitry Aleksandrovich Semenov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 22 A, str. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod, 606340 Russian Federation
E-mail: xxxmy@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9228-6864>

Pyotr Vladimirovich Zaitsev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
Email address: zapevl@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7001-9431>

Yunusov Gubeidulla Sibyatulloevich, Doctor of Technical Sciences, Chuvash State Agrarian University, 29 str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
Email address: 270144@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2127-6439>

А.В. Шевелев¹, ✉
О.В. Михайлова¹,
М.В. Просвирыкова²,
Г.В. Новикова¹,
Н.К. Кириллов³,
Г.М. Тобоев³

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

² Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

³ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Alexander V. Shevelev¹, ✉
Olga V. Mikhailova¹,
Mariana V. Prosviryakova²,
Galina V. Novikova¹,
Nikolai K. Kirillov³,
Herald M. Toboev³

¹ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Cheboksary, Russian Federation

² Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

³ Chuvash State Agricultural University, Cheboksary, Russian Federation

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки

РЕЗЮМЕ

Введение. Исследование направлено на обоснование оптимальных конструктивно-технологических параметров и режимов работы разрабатываемой СВЧ-установки, предназначенной для реализации процесса переработки воскового сырья с предварительным отделением и сохранением содержащейся в нем фракции меда.

Методика. Эффективные режимы термообработки пасечного сырья в СВЧ-воскотопке определяли через регрессионные модели, полученные при реализации матрицы трехфакторного активного планирования многофакторного эксперимента.

Результаты. Выявлены основные факторы, влияющие на процесс термообработки забруса: удельная мощность генераторов микроволновой энергии, продолжительность воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты, влажность исходного сырья. Доказана целесообразность реализации микроволновой технологии переработки воскового сырья в двухмодульной установке, содержащей полусферические резонаторы для обеспечения непрерывно-поточного режима работы с соблюдением электромагнитной безопасности, а также для контроля управления технологическими параметрами.

Ключевые слова: восковое сырье, СВЧ-воскотопка, технологический параметр, динамика нагрева

Для цитирования: Шевелев А.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К., Тобоев Г.М. Оптимизация конструктивно-технологических режимов работы СВЧ-воскотопки. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 88–93. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93>

© Шевелев А.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К., Тобоев Г.М.

Optimization of structural and technological modes of operation of the microwave wax melter

ABSTRACT

Introduction. The research is aimed at substantiating the optimal design and technological parameters and operating modes of the microwave installation being developed, designed to implement the process of processing wax raw materials with preliminary separation and preservation of honey fraction contained therein.

Methodology. The effective modes of heat treatment of apiary raw materials in a microwave wax melter were determined through regression models obtained during the implementation of the matrix of three-factor active planning of a multifactorial experiment.

Results. The main factors influencing the process of heat treatment of the wax are revealed: the specific power of microwave energy generators, the duration of exposure to the electromagnetic field of super high frequency, the humidity of the feedstock. The expediency of implementing microwave technology for processing wax raw materials in a two-module installation containing hemispherical resonators to ensure continuous operation in compliance with electromagnetic safety, as well as control of technological parameters is proved.

Key words: wax raw materials, microwave wax melter, technological parameter, operating mode

For citation: Shevelev A.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Novikova G.V., Kirillov N.K., Toboev G.M. Optimization of structural and technological modes of operation of the microwave wax melter. Agrarian science. 2022; 364 (11): 88–93. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-88-93> (In Russian).

© Shevelev A.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Novikova G.V., Kirillov N.K., Toboev G.M.

Введение / Introduction

Одним из направлений интенсификации сельскохозяйственного производства является переход на более современные технологии переработки, в том числе продукции пчеловодства. Известно, что применение сверхвысокочастотного нагрева в тепловых процессах позволяет значительно (до 25–30%) сократить удельные затраты электроэнергии [1, 2]. При этом выход чистого воска по сравнению с тепловым способом увеличивается на 14–18%, а время вытопки сокращается более чем в 4 раза [3, 4]. В большинстве существующих воскотопок используют влажный способ, то есть вытопка воска происходит под действием водяного пара, получаемого от парогенератора [5, 6] либо испарителя [7]. При этом все они имеют низкую производительность (до 5–7 кг/ч) при высоких удельных энергозатратах (до 0,6 кВт·ч/кг), а отделить имеющиеся в восковом сырье остатки меда (до 7%) после откачки не представляется возможным. Поэтому создание СВЧ-воскотопки и обоснование ее конструктивно-технологических параметров является актуальным направлением научного исследования.

Задача исследования — определить наиболее эффективные технологические параметры и режимы работы СВЧ-воскотопки путем анализа регрессионных моделей, полученных методом активного планирования многофакторного эксперимента.

Цель проведения экспериментальных исследований — изучение процесса вытопки воска и отделения меда при реализации микроволновой технологии переработки воскового сырья в двухмодульной установке непрерывно-поточного действия, содержащей полусферические резонаторы.

Материал и методы исследования / Materials and method

Материалом для проведения исследования служил забрус — восковое сырье, представляющее собой двухкомпонентную смесь воска (93–95%) и меда

(5–7%), получаемое при распечатке рамок с медом. В ходе эксперимента исследовались 3 варианта забруса: 7, 8 и 9%-ной влажности. Продолжительность воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) на сырье регулировалась при помощи частотного преобразователя, регулирующего обороты мотор-редуктора GV22-200W-200A привода фторопластового нагнетательного шнека.

Замер температуры воска на выходе производили при помощи измерителя температуры Testo 925. Исследование изменения бактериальной обсемененности полученных образцов воска проводилось на базе ГБУ НО «Государственное ветеринарное управление Княгининского района» Нижегородской области согласно принятым в лаборатории методам. Обработка полученных результатов производилась в программе «Statistica 12».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях на базе Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Княгинино.

Схематически технологический процесс переработки воскового сырья представлен на рис. 1а. Опытный образец СВЧ-воскотопки представлен на рис. 1б. Благодаря двухмодульности конструкции, количеству источников микроволн, можно регулировать температуру плавления меда и воска (табл. 1). Конструкционные параметры резонаторных камер определены в результате оценки критериев СВЧ-установок по наименьшему их отклонению от оптимальных значений [14].

По функционально-технологическому принципу разрабатываемая СВЧ-воскотопка относится к технологическому оборудованию, предназначенному для проведения теплообменных процессов. В СВЧ-воскотопке объемный нагрев воскового сырья осуществля-

Рис. 1. СВЧ-воскотопка непрерывно-поточного действия с полусферическими резонаторами: а — схематическое изображение процесса вытопки; б — СВЧ-воскотопка (опытный образец); 1 — СВЧ-генераторы; 2 — резонаторные камеры с кольцевым диском внутри; 3 — приемная емкость; 4 — нагнетательный шнек в кожухе; 5 — вентилятор охлаждения магнетронов; 6 — мотор-редуктор; 7 — преобразователь частоты; 8 — шкаф управления

Fig. 1. Continuous operation microwave wax melter with semi-spherical resonators: а — schematic representation of the melting process; б — microwave wax melter (prototype); 1 — microwave generators; 2 — resonator chambers with an annular disk inside; 3 — receiving tank; 4 — injection screw in the casing; 5 — magnetron cooling fan; 6 — gear motor; 7 — frequency converter; 8 — control cabinet

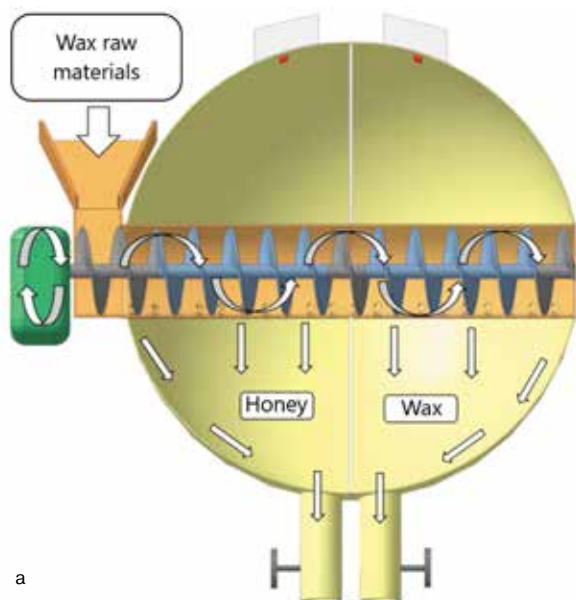


Таблица 1. Технические характеристики СВЧ-воскотопки
Table 1. Technical characteristics of the microwave wax melter

Наименование	Значение
Производительность, кг/ч	45
Мощность 5 СВЧ-генераторов, кВт	4,25
Мощность мотор-редуктора, кВт	0,20
Мощность вентилятора для охлаждения магнетронов, кВт	0,20
Потребляемая мощность СВЧ-воскотопки, кВт	4,65
Общие удельные энергетические затраты на вытопку воска и отделение меда, кВт·ч/кг	0,10

Таблица 2. Матрица планирования экспериментов по оптимизации режимов работы СВЧ-воскотопки для термообработки воскового сырья

Table 2. Matrix for planning experiments to optimize the operating modes of a microwave wax melter for heat treatment of wax raw material

Варьируемые параметры						Критерии оптимизации			
Удельная мощность микроволнового генератора		продолжительность воздействия ЭМП СВЧ		влажность воскового сырья		температура нагрева, Т (°С)	производительность, Q (кг/ч)	количество микроорганизмов ($\times 10^6$ КОЕ/г)	удельные энергетические затраты (Вт·ч/кг)
x_1	$P_{уд}$ (Вт/кг)	x_2	τ (h)	x_3	φ (%)	y_1	y_2	y_3	y_4
+	1450	+	0,05	+	9	88	35,18	0,12	72,45
+	1450	-	0,033	-	7	62	53,3	0,8	47,84
-	850	+	0,05	-	7	53	60	0,9	42,5
-	850	-	0,033	+	9	50	90	0,55	28,33
0	1150	0	0,042	0	8	62	52,79	0,5	48,31
-	850	0	0,042	0	8	53	71,43	0,7	31,7
+	1450	0	0,042	0	8	76	45	0,36	56,66
0	1150	-	0,033	0	8	56	67,18	0,58	37,96
0	1150	+	0,05	0	8	70	44,34	0,39	57,51
0	1150	0	0,042	-	7	58	52,79	0,42	48,31
0	1150	0	0,042	+	9	64	52,79	0,35	48,31

ется за счет проникновения в него электромагнитного поля сверхвысокой частоты на определенную глубину (4–5 см), а энергия, затрачиваемая на поляризацию диэлектрика, генерируется в нем в виде теплоты [8, 9]. При этом используется очень ценное свойство энергии СВЧ — способность концентрироваться в малом объеме сырья, масса которого нагревается интенсивно и равномерно, если размеры частиц соизмеримы с глубиной проникновения волны [10–12]. Под воздействием микроволн восковое сырье начинает подвергаться глубоким изменениям, одним из которых является изменение диэлектрических свойств его компонентов, что влияет на технологический процесс разделения фракций воска и меда. Также известно положительное влияние воздействия микроволновой энергии на снижение бактериальной обсемененности обрабатываемого продукта [13].

Технологический процесс: восковое сырье загружается в приемную емкость 3. При включении мотор-редуктора 6, приводящего во вращение фторопластовый шнек 4, восковое сырье поступает в первый резонатор 2. В этот момент включаются СВЧ-генераторы 1, кото-

рые возбуждают электромагнитное поле сверхвысокой частоты (12,24 см, 2450 МГц). Первые и последние витки нагнетательного шнека 4 выполнены из неферромагнитного материала, что позволяет им ограничивать распространение ЭМП в окружающую среду.

Расстояние между витками в первом резонаторе согласовано с глубиной проникновения волны ($\neq 2$ длины), что позволяет осуществлять его равномерный нагрев за счет токов поляризации в соответствии со значениям фактора диэлектрических потерь. Частота вращения нагнетательного шнека 4 и мощности СВЧ-генераторов 1 подобраны таким образом, чтобы восковое сырье, находясь в первом резонаторе, разогревалось до 44 °С — при этом значении увеличивается текучесть фракции меда, она отделяется от воскового сырья и через перфорацию фторопластового корпуса шнека 4 утекает в нижнюю часть первой резонаторной камеры, где через заперделный волновод попадает в накопительную емкость. Оставшаяся часть воска, находясь еще в твердом состоянии, шнеком подается во второй полусферический резонатор с более высокой интенсивностью воздействия ЭМП СВЧ, достаточной, чтобы разогреть его до температуры плавления (63,5–63,7 °С). Жидкий воск также через перфорацию корпуса шнека, а затем через заперделный волновод второго резонатора, утекает в накопительную емкость [15].

Эффективные режимы термообработки пасечного сырья в СВЧ-воскотопке определяли через регрессионные модели, полученные при реализации матрицы трехфак-

торного активного планирования эксперимента типа 23 (табл. 2).

В ходе эксперимента варьировали удельную мощность генератора (x_1), продолжительность воздействия ЭМП СВЧ (x_2) и влажность воскового сырья (x_3):

1. Удельную мощность СВЧ-генератора (x_1) варьировали изменением массы загрузки сырья и мощности генератора с 0,85 до 1,45 Вт/г.

2. Продолжительность нагрева (x_2) варьировали от 120 с до 180 с.

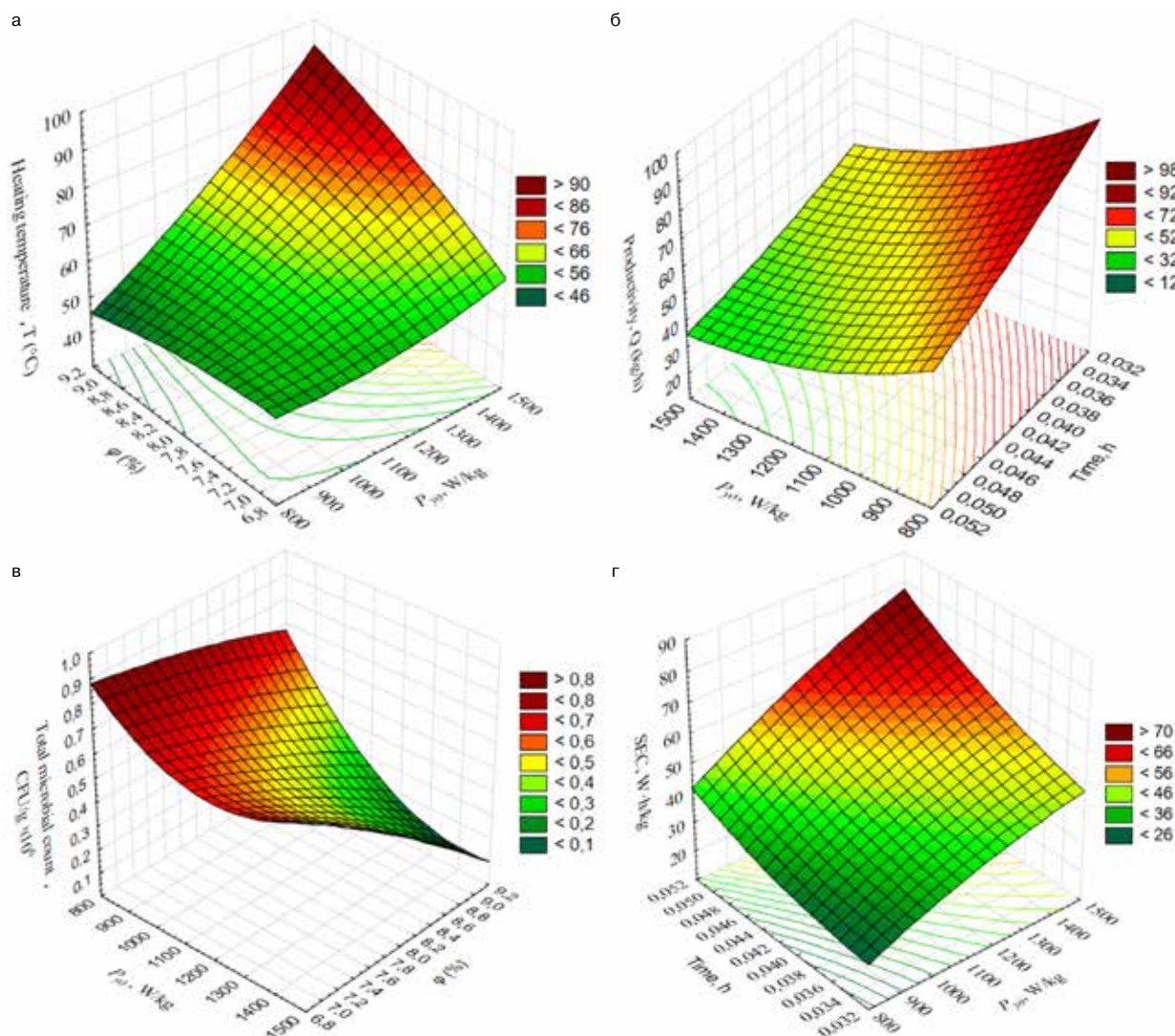
3. Влажность воскового сырья (x_3) варьировали от 7 до 9%.

Критериями оптимизации служили температура нагрева (y_1), производительность установки (y_2), общее микробное число (y_3), удельные энергетические затраты (y_4). С использованием программы «Statistica 12» построена поверхность отклика и ее двумерное сечение в изолиниях моделей, описывающих взаимосвязь указанных критериев с варьируемыми параметрами (рис. 2).

В ходе экспериментальных исследований получено уравнение, описывающее динамику эндогенного на-

Рис. 2. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторных моделей изменения: а — температуры сырья; б — производительности установки; в — общего микробного числа в сырье; г — удельных энергетических затрат на вытопку воска воздействием ЭМП СВЧ

Fig. 2. Response surface and two-dimensional cross-section in the isolines of three-factor models of changes in: а — raw material temperature; б — installation productivity; в — total microbial number in raw materials; г — specific energy costs for beeswax heating with SHF-EMF



грева воскового сырья в виде зависимости приращения температуры от продолжительности воздействия ЭП разной напряженности:

$$T = 2,36 \cdot \ln(7,46 \cdot 10^{-8} \cdot E^2 \cdot \tau). \quad (1)$$

Получены эмпирические выражения, описывающие зависимости критериев оптимизации от варьируемых параметров:

$$T = 139,0541 - 0,2069 \cdot P_{уд} + 0,1996 \cdot \varphi + 2,2807E^{-5} \cdot P_{уд}^2 + 0,0242 \cdot P_{уд} \cdot \varphi - 1,4474 \cdot \varphi^2, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2)$$

$$Q = 326,5967 - 0,2156 \cdot \tau - 4420,6172 \cdot P_{уд} + 5,1126E^{-5} \cdot \tau^2 + 1,18 \cdot \tau \cdot P_{уд} + 20147,6322 \cdot P_{уд}^2, \text{ kg/h}; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Total microbial count} = & 0,7526 - 0,0016 \cdot P_{уд} + \\ & 0,4024 \cdot \varphi + 1,424E^{-6} \cdot P_{уд}^2 - 0,0003 \cdot P_{уд} \cdot \varphi - \\ & - 0,0168 \cdot \varphi^2, \text{ CFU/g} \cdot 10^6; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} SEC = & 24,9582 + 0,0481 \cdot P_{уд} - 2562,4539 \cdot \tau - \\ & - 2,1474E^{-5} \cdot P_{уд}^2 + 1,0232 \cdot P_{уд} \cdot \tau + \\ & + 30475,4329 \cdot \tau^2, \text{ kW} \cdot \text{h/kg}. \end{aligned} \quad (5)$$

Анализ регрессионных моделей показывает, что наиболее эффективный режим работы СВЧ-воскотопки достигается при следующих параметрах: удельная мощность 1,15 Вт/г; продолжительность воздействия 2,5 мин; влажность сырья 9%. При этом температура воска на выходе составит 64 °С, производительность установки — 52,79 кг/ч, бактериальная обсемененность взятого образца полученного воска составила $0,35 \cdot 10^6$ КОЕ/г, удельные энергетические затраты — 48,31 Вт·ч/кг.

Выводы / Conclusion

Нами определены рациональные режимы работы двухмодульной СВЧ-установки. Выявлены основные факторы, влияющие на процесс термообработки забруса: удельная мощность генераторов микроволновой энергии, продолжительность воздействия электромагнит-

ного поля сверхвысокой частоты, влажность исходного сырья. Доказана целесообразность реализации микроволновой технологии переработки воскового сырья в двухмодульной установке, содержащей полусферические резонаторы для обеспечения непрерывно-поточ-

ного режима работы, позволяющая повысить производительность по сравнению с паровыми воскотопками более чем в 8 раз и уменьшить затраты электроэнергии за счет снижения удельных энергетических затрат с 0,6 до 0,1 кВт·ч/кг.

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. Лукина Д., Белов В., Лукина О., Волков А., Майоров А. и Смирнова И. Повышение эффективности работы установок для термической обработки сырья путем воздействия электромагнитного излучения. *Ключевые инженерные материалы*. 2018; 781. 185. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.781.185>.
2. Филиппов Р. Л. Интенсификация технологических процессов переработки продуктов пчеловодства электромагнитной энергией. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Харьков, 1990; 498.
3. Киреев Ю. В., Киреев А. Ю., Гнатенко Г. Г. Технология переработки воска с применением энергии электромагнитного поля СВЧ-диапазона. *Исследовано в России*. 2004; 7. 1109.
4. Дунаева Т. Ю., Фокин А. Н. Переработка забруса в микроволновой печи. *Пчеловодство*. 2011; 8. 54.
5. Максимов Н. М., Морозов В. В. Перспективная технология переработки воскового сырья на пасеках с использованием парогенератора. *Традиции и инновации в развитии АПК*. 2019; 493.
6. Морозов В. В., Максимов Н. М. Парогенератор для вытопки воска на пасеке. *Пчеловодство*. 2019; 6. 46.
7. Цебро Н. А. Паровая воскотопка. *Пчеловодство*. 2017; 5. 34.
8. Campañone L.A., Zaritzky N.E. Mathematical analysis of microwave heating process. *Journal of Food Engineering*. 2005; 69(3). 359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.027>
9. Resurreccion F.P.Jr, Luan D., Tang J., Liu F., Tang Z., Pedrow P.D., Cavalieri R. Effect of changes in microwave frequency on heating patterns of foods in a microwave assisted thermal sterilization system. *Journal of Food Engineering*. 2015; 150. 99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.10.002>
10. Gunasekaran S., Yang H. Effect of experimental parameters on temperature distribution during continuous and pulsed microwave heating. *Journal of Food Engineering* 2007;78 (4). 1452. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.017.
11. Damilos S., Radhakrishnan A.N.P., Dimitrakis G., Tang J., Gavrilidisa A. Experimental and computational investigation of heat transfer in a microwave-assisted flow system. *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*. 2019
12. Jie Zhou, Xiaoqing Yang, Yue Chu, Xun Li, Jianping Yuan. A novel algorithm approach for rapid simulated microwave heating of food moving on a conveyor belt. *Journal of Food Engineering*. 2020; 282. 110029. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110029>
13. Mirian TK Kubo, Érica S Siguemoto, Eduardo S Funcia, Pedro ED Augusto, Sébastien Curet, Lionel Boillereaux, Sudhir K Sastry and Jorge AW Gut. Non-thermal effects of microwave and ohmic processing on microbial and enzyme inactivation: a critical review. *Current Opinion in Food Science* . 2020;35. 36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.01.004>.
14. Новикова Г., Михайлова О., Просвирыкова М., Дулепов Д., Шевелев А., Зайцев П. Обоснование конструктивных и технологических параметров СВЧ-установок для термообработки воскового сырья. *Конференция по ВГД. Серия: Наука о Земле и окружающей среде*. 2020; 604. 012008. doi: 10.1088/1755-1315/604/1/012008.
15. Шевелев А.В., Просвирыкова М.В., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Теоретическое обоснование электродинамических параметров микроволновой установки с полусферическими резонаторами для плавления воска. *Вестник НГИЭИ*. 2021; 10 (125). 46. DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56.

REFERENCES

1. Lukina D., Belov V., Lukina O., Volkov A., Mayorov A., Smirnova I. Increasing the efficiency of the operation of the facilities for the thermal processing of raw materials by exposure to electromagnetic radiation. *Key engineering materials*. 2018; 781. 185. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.781.185> (In Russian).
2. Filippov R. L. Intensification of technological processes of processing bee products by electromagnetic energy. Ph. D. (Engineering) diss. Kharkiv, 1990; 498. (In Russian).
3. Kireev Yu. V., Kireev A. Yu., Gnatenko G. G. Wax processing technology with the use of microwave electromagnetic field energy. *Researched in Russia*. 2004; 7. 1109. (In Russian).
4. Dunaeva T. Yu., Fokin A. N. Processing of zabrus in a microwave oven. *Beekeeping*. 2011; 8. 54. (In Russian).
5. Maksimov N. M., Morozov V. V. Promising technology of processing wax raw materials in apiaries using a steam generator. *Traditions and innovations in the development of agriculture*. 2019; 493. (In Russian).
6. Morozov V. V., Maksimov N. M. Steam generator for melting wax in the apiary. *Beekeeping*. 2019; 6. 46. (In Russian).
7. Cebro N. A. Steam wax furnace. *Beekeeping*. 2017; 5. 34. (In Russian).
8. Campañone L.A., Zaritzky N.E. Mathematical analysis of microwave heating process. *Journal of Food Engineering*. 2005; 69(3). 359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.027>
9. Resurreccion F.P.Jr, Luan D., Tang J., Liu F., Tang Z., Pedrow P.D., Cavalieri R. Effect of changes in microwave frequency on heating patterns of foods in a microwave assisted thermal sterilization system. *Journal of Food Engineering*. 2015; 150. 99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.10.002>
10. Gunasekaran S., Yang H. Effect of experimental parameters on temperature distribution during continuous and pulsed microwave heating. *Journal of Food Engineering* 2007;78 (4). 1452. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.017.
11. Damilos S., Radhakrishnan A.N.P., Dimitrakis G., Tang J., Gavrilidisa A. Experimental and computational investigation of heat transfer in a microwave-assisted flow system. *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*. 2019; 142. 107537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.107537>.
12. Jie Zhou, Xiaoqing Yang, Yue Chu, Xun Li, Jianping Yuan. A novel algorithm approach for rapid simulated microwave heating of food moving on a conveyor belt. *Journal of Food Engineering*. 2020; 282. 110029. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110029>
13. Mirian TK Kubo, Érica S Siguemoto, Eduardo S Funcia, Pedro ED Augusto, S bastien Curet, Lionel Boillereaux, Sudhir K Sastry and Jorge AW Gut. Non-thermal effects of microwave and ohmic processing on microbial and enzyme inactivation: a critical review. *Current Opinion in Food Science* . 2020;35. 36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.01.004>.
14. Novikova G., Mikhailova O., Prosviryakova M., Dulepov D., Shevelev A., Zaitsev P. Justification of structural and technological parameters of microwave installations for heat treatment of wax raw materials. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 604. 012008. doi: 10.1088/1755-1315/604/1/012008] (In Russian).
15. Shevelev A.V., Prosviryakova M.V., Storchevov V.F., Mikhailova O.V., Novikova G.V. Theoretical substantiation of the electrodynamic parameters of a microwave installation with hemispherical resonators for melting wax. *Bulletin NGIEI*. 2021; 10 (125). 46 DOI: 10.24412/2227-9407-2021-10-46-56 (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Александр Владимирович Шевелев, соискатель ученой степени, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация
E-mail: shevelev522@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6536-1419>

Ольга Валентиновна Михайлова, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры к «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация
E-mail: ds17823@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Марьяна Валентиновна Просвирыкова, доктор технических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Тимирязевская, г. Москва, 127550, Российская Федерация
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Галина Владимировна Новикова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация
E-mail: novikovagalinav@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

Николай Кириллович Кириллов, доктор ветеринарных наук, профессор, член диссертационного совета, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: main@academy21.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4847-9762>

Геральд Маркович Тобоев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: ochz318@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Vladimirovich Shevelev, applicant for an academic degree, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation
E-mail: shevelev522@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6536-1419>

Olga Valentinovna Mikhailova, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor of the Department of "Infocommunication Technologies and Communication Systems", Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation
E-mail: ds17823@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Mariana Valentinovna Prosviryakova, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazev street, Moscow, 127550, Russian Federation
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Galina Vladimirovna Novikova, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Chief Scientific Associate, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation
E-mail: novikovagalinav@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

Nikolay Kirillovich Kirillov, Dr. Sci. (Medicine), Professor, member of the Dissertation Council, Chuvash State Agricultural University, 29, K. Marx Street, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: main@academy21.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4847-9762>

Gerald Markovich Toboev, Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Chuvash State Agricultural University, 29, K. Marx Street, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: ochz318@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

О.И. Орлова¹,
 М.В. Просвирякова²,
 О.В. Михайлова¹,
 Г.В. Новикова¹, ✉
 А.А. Тихонов³,
 А.А. Белов³,
 Г.М. Тобоев³

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

² Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

³ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
 29.09.2022

Принята к публикации:
 27.10.2022

Olga I. Orlova¹,
 Mariana V. Prosviryakova²,
 Olga V. Mikhailova¹,
 Galina V. Novikova¹, ✉
 Alexander A. Tikhonov³,
 Alexander A. Belov³,
 Gerald M. Toboev³

¹ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

³ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ NovikovaGalinaV@yandex.ru

Received by the editorial office:
 30.07.2022

Accepted in revised:
 29.09.2022

Accepted for publication:
 27.10.2022

Разработка и обоснование электродинамических параметров радиоволновой установки непрерывно-поточного действия для термообработки яиц

РЕЗЮМЕ

Введение. Существующие способы варки яиц в воде и на пару имеют высокую энергоёмкость. В настоящее время все еще не решена проблема непрерывности технологического процесса в потоке. Для снижения энергоёмкости, сокращения расходов воды и интенсификации процесса термообработки яиц актуальным считаем применение энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в особом температурном режиме без использования воды.

Методика. Трёхмерное моделирование установки проводили в программе Компас 18.0, обоснование режимов термообработки проведено аналитическими методами, для выявления оптимальных параметров (энергозатраты и температурный режим) предлагаемой установки пользовались методом наименьших квадратов полиномы второй степени, в частности матрицей ротатбельного планирования второго порядка, статистический анализ матрицы проводили в программном пакете для статистического анализа Statistica 12, подтверждение аналитических данных эмпирическими проводили в программе трёхмерного моделирования процессов распространения электромагнитных полей CST Microwave Studio в расчетном модуле Eigenmode, где были исследованы картины распределения напряженности электрического и магнитного поля в сферическом резонаторе.

Результаты. Конструкционное исполнение радиоволновой установки конвейерного типа позволяет проводить термообработку яиц при перемещении в диэлектрических чашечках через щелевые сферические резонаторы. Сквозность процесса менее 0,5 обеспечивается за счет расположения чашечек в резонаторах и между ними в отношении 4:9. Значение собственной добротности резонатора достигает 8800. Визуализация в программе показывает равномерное распределение электрического поля в резонаторе, напряженность при этом составляет 1,5–3 кВ/см, что обеспечивает высокую стерильность продукта. Из регрессионных моделей, составленных на основе матрицы ротатбельного планирования эксперимента второго порядка, вытекает, что эффективная продолжительность воздействия ЭМП СВЧ составляет 154 с, удельные энергетические затраты равны 143 Вт·ч/кг. Скорость вращения мотор-редуктора конвейера составляет 0,4 об/мин.

Ключевые слова: термообработка яиц, желток и белок яиц, электрофизические параметры компонентов яйца, щелевой сферический резонатор, конвейер, эффективные режимы, технические характеристики

Для цитирования: Орлова О.И., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Тихонов А.А., Белов А.А., Тобоев Г.М. Разработка и обоснование электродинамических параметров радиоволновой установки непрерывно-поточного действия для термообработки яиц. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 94–102. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-94-102>

© Орлова О.И., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Тихонов А.А., Белов А.А., Тобоев Г.М.

Development and substantiation of the electrodynamic parameters of a continuous operation radio wave installation for the heat treatment of eggs

ABSTRACT

Introduction. The existing methods of cooking eggs in water and with steam have a high energy intensity. Currently, the problem of continuity of the technological process is still not solved. That is why, in order to reduce energy consumption, reduce water consumption and intensify the process of heat treatment of eggs, we consider it relevant to use the energy of the electromagnetic field of super high frequency (SHF-EMF) in a special temperature regime without using water.

Methodology. Three-dimensional modeling of the installation was carried out in the Compass 18.0 program, the justification of the heat treatment modes was carried out by analytical methods, to identify the optimal parameters (energy consumption and temperature regime) of the proposed installation, second-degree least squares polynomials were used, in particular, a rotatable second-order planning matrix, statistical analysis of the matrix was carried out in a software package for statistical analysis Statistica 12, confirmation of analytical data with empirical data was carried out in the CST Microwave Studio program for three-dimensional modeling of electromagnetic field propagation processes in the Eigenmode calculation module, where patterns of electric and magnetic field intensity distribution in a spherical resonator were studied.

Results. The structural design of the conveyor-type radio wave installation allows for heat treatment of eggs when moving in dielectric cups through slotted spherical resonators. The borehole of the process is less than 0.5 due to the location of the cups in the resonators and between them in relation 4:9. The value of the resonator's own Q-factor reaches 8800. The visualization in the program shows a uniform distribution of the electric field in the resonator, with a voltage of 1.5–3 kV/cm, which ensures high sterility of the product. From the regression models compiled on the basis of the matrix of rotatable planning of the second-order experiment, it follows that the effective duration of exposure to EMF is 154 s, the specific energy costs are equal to 143 Wh/kg. The speed of rotation of the conveyor gear motor is 0.4 rpm.

Key words: heat treatment of eggs, egg yolk and egg white, electrophysical parameters of egg components, slit spherical resonator, conveyor, effective modes, technical characteristics

For citation: Orlova O.I., Prosviryakova M.V., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Tikhonov A.A., Belov A.A., Tobiev G.M. Development and substantiation of the electrodynamic parameters of a continuous-flow radio wave installation for the heat treatment of eggs. Agrarian science. 2022; 364 (11): 94–102. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-94-102> (In Russian).

© Orlova O.I., Prosviryakova M.V., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Tikhonov A.A., Belov A.A., Tobiev G.M.

Введение / Introduction

Согласно прогнозу, производство куриных яиц в мире в ближайшей перспективе будет устойчиво увеличиваться до 100 млн т. В развитых странах принят путь внедрения высоких технологий переработки яиц. В настоящее время в среднем на одного человека в год приходится 250–300 яиц [1–3]. Существующие способы варки яиц в воде и на пару имеют высокую энергоемкость [4]. Вода, проникая сквозь поры скорлупы, делает яичный белок более жестким [5]. В научной школе Новиковой Г.В. выработана концепция разработки радиоволновых установок для термообработки яиц, позволяющая устранить проблему взрыва яиц в резонаторе СВЧ-установки и причины ее возникновения: фактор диэлектрических потерь желтка в 2,5–4 раза выше, чем белка при частоте 2450 МГц; теплоемкость белка в 1,5 раза выше, чем желтка, скорость нагрева желтка в 1,5 раза выше, чем белка; воздухопроницаемость скорлупы низкая; специфическое воздействие ЭМП СВЧ — градиенты давления, температуры, влажности направлены от центра к периферии, что приводит возрастанию давления внутри скорлупы и к взрыву яйца.

В настоящее время все еще не решена проблема непрерывности технологического процесса в потоке. Именно поэтому для снижения энергоемкости, сокращения расходов воды и интенсификации процесса термообработки яиц актуальным считаем применение энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в особом температурном режиме без использования воды.

Научной задачей является разработка и обоснование электродинамических параметров радиоволновой установки непрерывно-поточного действия для термообработки яиц, у которых скорость диэлектрического нагрева желтка и белка отличается в 5–7 раз.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследований является система факторов, обеспечивающих термообработку куриных яиц ЭМП СВЧ при минимальных эксплуатационных затратах и допустимых уровнях излучений в окружающую среду.

Предметом исследований являются закономерности взаимодействия рабочих органов установки с яйцом в процессе перемещения через щелевые сферические резонаторы.

Трехмерное моделирование установки проводили в программе Компас 18.0, обоснование режимов термообработки проведено аналитическими методами, для выявления оптимальных параметров (энергозатраты и температурный режим) предлагаемой установки пользовались методом наименьших квадратов полиномы второй степени, в частности матрицей ротатбельного планирования второго порядка, статистический анализ матрицы проводили в программном пакете для статистического анализа Statistica 12, подтверждение аналитических данных эмпирическими проводили в программе трехмерного моделирования процессов распространения электромагнитных полей CST Microwave Studio в расчетном модуле Eigenmode, где были исследованы картины распределения напряженности электрического и магнитного поля в сферическом резонаторе.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Инновационная идея заключается в соблюдении скважности технологического процесса менее 0,5 из-за

большой разницы скорости диэлектрического нагрева компонентов яйца. Технология реализуется путем применения конвейера для перемещения яиц в диэлектрических чашках через щелевые сферические резонаторы, где электромагнитное поле сверхвысокой частоты возбуждается от магнетронов воздушного охлаждения, расположенных на основании цилиндрического экранирующего корпуса, содержащего с боковой стороны за пределы волноводы.

На основе анализа диэлектрических параметров составных частей яйца и избыточного внутреннего давления теоретически исследована динамика нагрева компонентов яйца в зависимости от удельной мощности генератора и скважности процесса воздействия ЭМП СВЧ, обоснована частота вращения яиц разной категории вокруг своей длинной оси. Для разработанных конструктивных исполнений СВЧ-установок периодического действия выявлены эффективные режимы термообработки.

Ранее нами разработаны, запатентованы и созданы механизированные устройства для варки яиц в периодическом режиме, реализующие технологический процесс со скважностью менее 0,5 (скважность — это отношение продолжительности воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (частота 2450 МГц, длина волны 12,24 см) к продолжительности цикла «нагрев — пауза») [6, 7]. По данным Рогова И.А., с увеличением температуры от 20 °С до 60 °С фактор диэлектрических потерь желтка и белка падает на 30,8% и 4,4% соответственно. Это значит, что скорость нагрева желтка в электромагнитном поле в 5–7 раз выше, чем белка. При повышении температуры выше 60 °С значение фактора диэлектрических потерь падает еще сильнее из-за повышения температуры воды и испарения ее части.

Нами ранее разработаны способ и СВЧ-установки периодического действия для варки яиц (рис. 1) с соблюдением скважности технологического процесса воздействия ЭМП СВЧ, которые предусматривают варку белка за счет теплопередачи от нагретого желтка за счет дипольной поляризации. Поэтому при небольшом отклонении от необходимой скважности процесса желток переварится, а белок остается только частично коагулированным.

Проанализировав технические характеристики разработанных, созданных нами установок (рис. 1), мы при испытании выявили, что удельные энергетические затраты на термообработку яиц составляют 0,23–0,32 Вт·ч/г при скважности процесса 0,18–0,48.

Уменьшение энергозатрат и интенсификация термообработки возможны за счет непрерывности технологического процесса в разрабатываемой СВЧ-яйцеварке, в том числе в установке, реализующей технологию термообработки яиц с учетом скважности процесса менее 0,5 за счет передвижения яиц в диэлектрических чашечках через сферические щелевые резонаторы, где возбуждено ЭМП СВЧ, чередующиеся с участками без воздействия поля (рис. 2). СВЧ-установка непрерывно-поточного действия со сферическими резонаторами для термообработки яиц содержит цилиндрический экранирующий корпус 2, внутри которого расположены со сдвигом по периметру сферические щелевые резонаторы 5. Соосно с корпусом расположен диэлектрический конвейер, соединенный с диэлектрическим ободком 13. На ободок конвейера установлены диэлектрические чашки 11 с помощью шарнирных петель 12. Диэлектрический конвейер соединен с валом мотора-редуктора

Рис. 1. Разработанные и изготовленные в научной школе Новиковой Г.В. СВЧ-яйцеварки периодического действия

Fig. 1. Microwave egg cookers of periodic action developed and manufactured at the scientific school of Novikova G.V.



СВЧ-яйцеварка с ячеистым ротором

Количество генераторов — 4 шт.
Производительность — 150 шт./ч.
Удельная мощность — 4 Вт/г.
Время варки — 12 мин.
Скважность — 0,27.
Удельные энергозатраты — 16 Вт·ч/шт. = 0,32 Вт·ч/г.



СВЧ-яйцеварка

Количество генераторов — 1 шт.
Производительность — 180 шт./ч.
Удельная мощность — 2,67 Вт/г.
Время варки — 2 мин.
Скважность — 0,17.
Удельные энергозатраты — 4,44 Вт·ч/шт. = 0,09 Вт·ч/г.



СВЧ-яйцеварка с цепным транспортером

Количество генераторов — 2 шт.
Производительность — 100 шт./ч.
Удельная мощность — 9,34 Вт/г.
Время варки — 16,7 мин.
Скважность — 0,1.
Удельные энергозатраты — 14,33 Вт·ч/шт. = 0,28 Вт·ч/г.



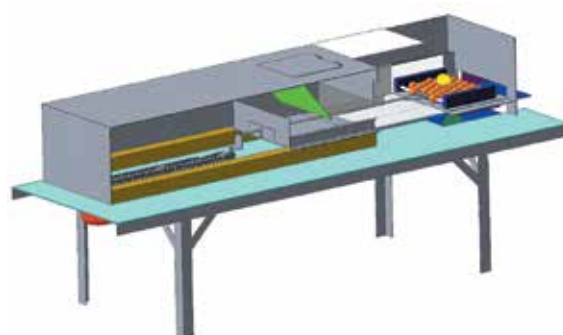
СВЧ-яйцеварка каретного типа

Количество генераторов — 1 шт.
Производительность — 68 шт./ч.
Удельная мощность — 5,33 Вт/г.
Время варки — 2,67 мин.
Скважность — 0,48.
Удельные энергозатраты — 11,87 Вт·ч/шт. = 0,237 Вт·ч/г.



СВЧ-яйцеварка с цепным транспортером

Количество генераторов — 2 шт.
Производительность — 160–200 шт./ч.
Удельная мощность — 1,33 Вт/г.
Время варки — 5 мин.
Скважность — 0,42.
Удельные энергозатраты — 5,5 Вт·ч/шт. = 0,11 Вт·ч/г.



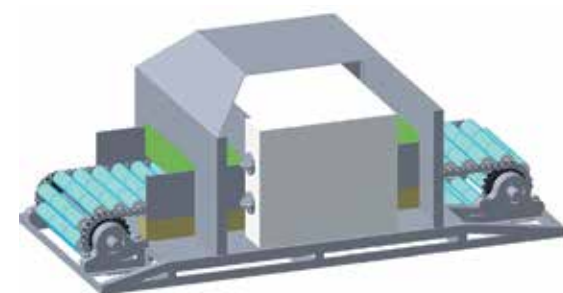
СВЧ-яйцеварка каретного типа с двумя модулями

Количество генераторов — 4 шт.
Производительность — 150 шт./ч.
Удельная мощность — 4 Вт/г.
Время варки — 12 мин.
Скважность — 0,27.
Удельные энергозатраты — 16 Вт·ч/шт. = 0,32 Вт·ч/г.



СВЧ-яйцеварка шахтного типа

Количество генераторов — 2 шт.
Производительность — 132 шт./ч.
Удельная мощность — 5,33 Вт/г.
Время варки — 5,0 мин.
Скважность — 0,18.
Удельные энергозатраты — 12 Вт·ч/шт. = 0,24 Вт·ч/г.

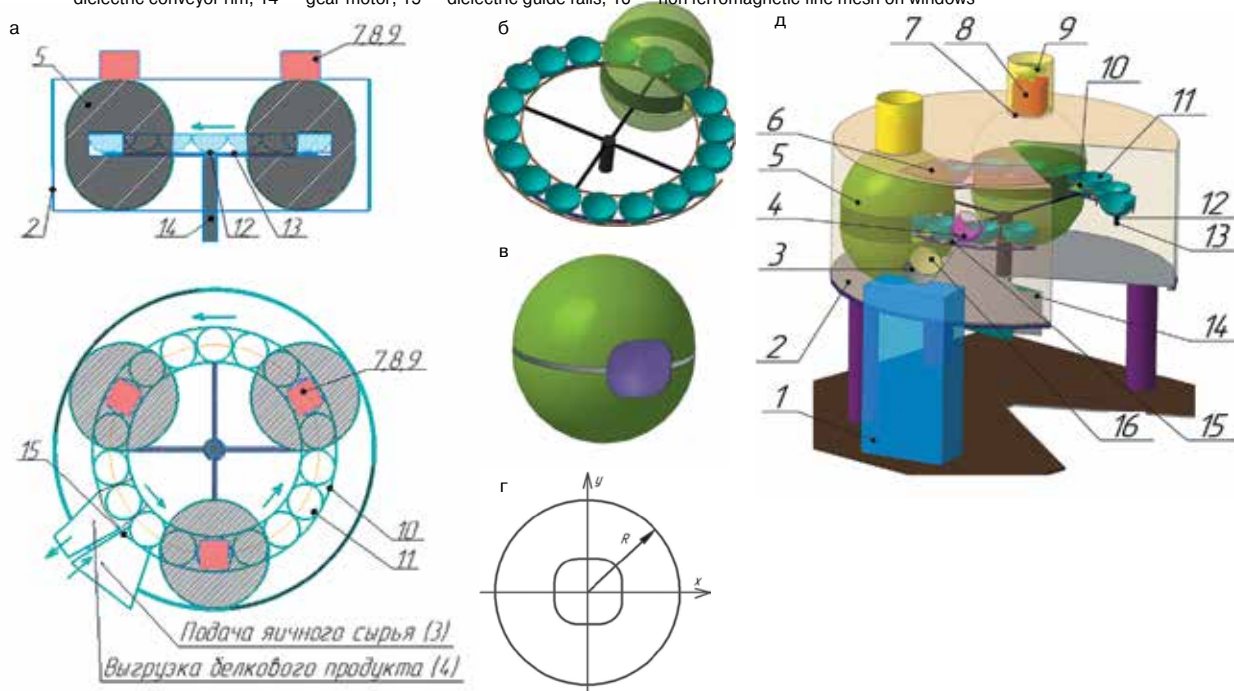


СВЧ-яйцеварка туннельного типа

Количество генераторов — 5 шт.
Производительность — 530 шт./ч.
Удельная мощность — 7,62 Вт/г.
Скважность — 0,426.
Время варки — 4,25 мин.
Удельные энергозатраты — 12 Вт·ч/шт. = 0,23 Вт·ч/г.

Рис. 2. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия со сферическими резонаторами для термообработки яиц: а — схема процесса; б — конвейер с чашками; в — пространственное изображение установки; г — щелевой сферический резонатор; д — геометрическая конфигурация резонатора; 1 — шкаф управления; 2 — экранирующий корпус; 3 — заперделный волновод для выгрузки яиц; 4 — заперделный волновод для загрузки яиц в чашки; 5 — сферический щелевой резонатор; 6 — смотровое окно; 7 — волноводы; 8 — магнетрон; 9 — вентиляторы для охлаждения магнетронов; 10 — диэлектрические ограничительные ободки; 11 — диэлектрические чашки; 12 — шарнирные петли; 13 — диэлектрический ободок конвейера; 14 — мотор-редуктор; 15 — диэлектрические направляющие планки; 16 — неферромагнитная мелкоячеистая сетка на окнах

Fig. 2. Continuous operation microwave installation with spherical resonators for egg heat treatment: а — process diagram; б — conveyor with cups; в — spatial image of the installation; г — slit spherical resonator; д — geometric configuration of the resonator; 1 — control cabinet; 2 — shielding housing; 3 — below cutoff waveguide for unloading eggs; 4 — below cutoff waveguide for loading eggs into cups; 5 — spherical slit resonator; 6 — viewing window; 7 — waveguides; 8 — magnetron; 9 — fans for cooling magnetrons; 10 — dielectric limiting rims; 11 — dielectric cups; 12 — pin hinges; 13 — dielectric conveyor rim; 14 — gear motor; 15 — dielectric guide rails; 16 — non ferromagnetic fine mesh on windows



14. Диаметр сферического щелевого резонатора 5 кратен половине длины волны, а диэлектрический ободок с диэлектрическими чашками перемещается между полусферами, где имеются окна для передвижения чашек. Диаметр сферического щелевого резонатора 5 меньше, чем расстояние между сферическими щелевыми резонаторами. На верхнем основании цилиндрического экранирующего корпуса 2 установлены магнетроны 8 с волноводами 7 и вентиляторами 9 воздушного охлаждения так, что излучатели направлены в соответствующие сферические щелевые резонаторы 5. На боковой поверхности экранирующего корпуса 2 имеются лоток 4 для загрузки яиц через окно в диэлектрические чашки 11 и лоток для выгрузки яиц 3 через выгрузное окно. На окнах сферических щелевых резонаторов и окнах для загрузки и выгрузки яиц подвешены мелкоячеистые неферромагнитные сетки 16. Около выгрузного окна расположены диэлектрические направляющие планки 15, позволяющие опрокидывать диэлектрические чашки 11, а дальше диэлектрические чашки расположены между диэлектрическими ограничительными ободками 10.

Предлагаемая электротехнология, реализуемая в установке, подробно описана технологическим процессом, детально описанным ниже.

Технологический процесс термообработки и обеззараживания компонентов яйца в СВЧ-установке непрерывно-поточного действия происходит следующим образом. Включается мотор-редуктор 14 конвейера 13 для передвижения диэлектрических чашек 11 через сферические щелевые резонаторы 5. Включается транспортер (не показан) для загрузки яиц через лоток 4 в диэлектрические чашки 11. Включаются вентилято-

ры 9 для охлаждения магнетронов 8 с волноводами 7. Включается первый СВЧ-генератор (магнетроны 8) на определенную мощность. Последующие генераторы можно включать по мере появления внутри сферического щелевого резонатора 5 яиц в диэлектрических чашках 11. В сферических щелевых резонаторах 5 возбуждается электромагнитное поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ).

В процессе передвижения конвейера с яйцами в диэлектрических чашках через сферический щелевой резонатор 5 желток подвергается диэлектрическому нагреву, а белок нагревается за счет теплопередачи от желтка к белку. За пределами сферического щелевого резонатора яйца не подвергаются эндогенному нагреву, происходит выравнивание температуры по объему желтка и белка. При этом продолжительность нахождения яиц в сферическом щелевом резонаторе 5 должна быть меньше, чем за его пределами. Тогда скважность технологического процесса (отношение продолжительности диэлектрического нагрева к продолжительности цикла) будет менее 0,5. В этом случае за счет многократного воздействия ЭМП СВЧ на компоненты яиц обеспечивается варка желтка и белка.

Чем больше кратность воздействия ЭМП СВЧ малой мощности на яйца (больше сферических щелевых резонаторов в установке), тем равномернее нагреваются компоненты яйца по объему. Размер диэлектрической чашки позволяет свободно размещать яйцо, это обеспечивает колебание яйца в процессе передвижения конвейера, что важно для равномерной термообработки.

Сферический резонатор обладает высокой собственной добротностью, а следовательно, обеспечивает мак-

симальный КПД установки. Многократный кратковременный режим воздействия ЭМП СВЧ обеспечивает сохранность скорлупы, так как поры скорлупы успевают пропустить пар и выровнять давление внутри скорлупы. В сферическом резонаторе напряженность электрического поля равномерная, образуется стоячая волна. На окнах сферического резонатора свободно подвешены ферромагнитные мелкоячеистые сетки 16, которые в процессе передвижения диэлектрических чашек ограничивают излучение. Такие же сетки подвешены на окнах, предназначенных для загрузки и выгрузки яиц на боковой поверхности цилиндрического экранирующего корпуса 2, поэтому мощность потока излучения ограничивается.

Поток излучения через окна сферических резонаторов и через щели, предназначенные для передвижения контейнера, замыкается на яйцах, которые расположены за пределами резонаторов. Щель на сферических резонаторах со стороны экранирующего корпуса закрыта, а со стороны вала мотора-редуктора не превышает четверти длины волны. Скорость нагрева компонентов сырья регулируется дозой воздействия, а производительность установки — регулированием скорости передвижения конвейера в соответствии с мощностью и количеством генераторов.

Для термообработки яиц нами разработаны установки [8, 9, 10]:

- с передвижными сферическими резонаторами, что позволяет выполнять термообработку как целых яиц, так и с поврежденной скорлупой, при этом собственная добротность составляет около 2500, а напряженность электрического поля — 1,5 кВ/см;

- с тороидальным резонатором, что позволяет выполнять термообработку предварительно измельченного сырья, при этом напряженность электрического поля в конденсаторной части резонатора составляет 2,5–4 кВ/см, что снижает бактериальную обсемененность продукта до величин ниже 500 тыс. КОЕ/г; собственная добротность резонатора составляет около 5000;

- с биконическим резонатором, что позволяет выполнять термообработку целых яиц, при этом обеспечивается собственная добротность резонатора около 7000, а напряженность электрического поля составляет 1,5–2 кВ/см.

Собственную добротность сферического щелевого резонатора вычислим с учетом его геометрических параметров (рис. 1д) по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot \int_0^R (R^2 - y^2) dy}{\Delta \cdot \int_0^R \sqrt{R^2 - y^2} \cdot \sqrt{1 + \left(\left(\sqrt{R^2 - y^2} \right)' \right)^2} dy}, \quad (1)$$

где k — коэффициент, учитывающий геометрию прорези в резонаторе; Δ — толщина скин-слоя, м.

Расчеты показывают, что собственная добротность составляет 8800.

Обоснование режимов термообработки. Удельная диэлектрическая мощность для нагрева компонентов яйца с учетом диэлектрических параметров [11]:

$$P_{уд} = 5,55 \cdot 10^{-11} \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad (2)$$

Таблица 1. Уровни варьирования факторов

Table 1. Levels of variation of factors

Факторы	Уровни факторов				
	–1,414	–1	0	+1	+1,414
Продолжительность, ч	0,047	0,033	0,05	0,067	0,094
Мощность генератора, Вт	4528	3200	4000	4800	6784

где f — частота электромагнитного поля, Гц; ε — относительная диэлектрическая проницаемость компонентов яйца; $\operatorname{tg} \delta$ — тангенс угла диэлектрических потерь компонентов яйца; E — напряженность электрического поля в компонентах яйца, В/м.

Удельная мощность, необходимая для нагрева компонентов яйца с учетом теплофизических параметров яйца:

$$P_{уд} = \left(\gamma \cdot c \cdot \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \right) \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (3)$$

где γ — плотность компонентов яйца, кг/м³: плотность белка 1040 кг/м³, содержимого яйца — 1037 кг/м³, желтка — 1024–1033 кг/м³; ΔT — приращение температуры (°С) компонентов яйца за промежуток времени $\Delta \tau$ (с); η — термический КПД; C — теплоемкость компонентов яйца, кДж/кг·°С ($C_{\text{белка}} = 4,1$ кДж/кг·°С, $C_{\text{желтка}} = 2,8$ кДж/кг·°С).

С учетом необходимых удельных энергетических затрат $W = 0,23–0,32$ Вт·ч/г (рис. 1) и температуры нагрева желтка 110 °С, согласуем продолжительность нагрева желтка и удельную мощность генератора по формуле

$$\Delta \tau = \frac{\Delta T \cdot C \cdot \rho}{P_{уд} \cdot \eta} = \frac{110 \cdot 2800 \cdot 1030}{P_{уд} \cdot 0,7} = \frac{5287 \cdot 10^5}{P_{уд}}, \quad (4)$$

где $P_{уд}$ — удельная мощность генератора, Вт/м³; $\Delta \tau$ — общая продолжительность нагрева яиц в резонаторах, с; ρ — количество сферических резонаторов, шт.; η — КПД установки для варки яиц ($\eta = 0,6$); C — теплоемкость белка и желтка, кДж/кг·°С; G — масса яйца, кг.

С другой стороны, согласуем температуру нагрева желтка с энергетическими затратами по формуле:

$$W_{уд} = \frac{C \cdot \Delta T}{3600 \cdot \eta} = \frac{2800 \cdot 110}{3600 \cdot 0,7} = 142,6 \text{ Вт} \cdot \text{ч/кг}. \quad (5)$$

Расчеты показывают, что желток сварится (110 °С) при энергетических затратах 143 Вт·ч/кг. Согласуем продолжительность и удельную мощность генератора: если в одном сферическом резонаторе подвергаются воздействию ЭМП СВЧ 4 яйца по 70 г (4 · 0,070 = 0,28 кг), то удельная мощность составляет 800 Вт/0,28 кг = 2857 Вт/кг. Если установка содержит 6 генераторов по 800 Вт, общей мощностью 4800 Вт, и в каждом сферическом резонаторе может разместиться 4 яйца по 70 г, то общая масса яиц, подвергаемых обработке 6 генераторами, составляет 1,68 кг. В этом случае продолжительность нагрева яиц до 110 °С составляет 2,7 мин,

$$\Delta \tau = \frac{\Delta T \cdot C \cdot \rho}{P_{уд} \cdot \eta} = \frac{110 \cdot 2800 \cdot 1030 \cdot 1,68}{4800 \cdot 0,7} = 154 \text{ с}. \quad (6)$$

Между резонаторами должны транспортироваться более 8 яиц для обеспечения скважности меньше 0,5. Следовательно, на конвейере будут 54 яйца между ре-

зонаторами ($6 \cdot 9 = 54$ шт.) и 24 яиц в резонаторе, общее количество 78 яиц. Производительность установки: $1,68 \cdot 60/2,6 = 38,77$ кг/ч = 554 шт./ч. Один оборот конвейера проходит за $\tau = 2,6 \cdot 78/24 = 8,45$ мин = 0,14 ч. Скорость вращения конвейера 0,4 об/мин.

Для получения регрессионных моделей составлена матрица планирования (табл. 1). При этом использовали ротатбельное планирование второго порядка. В табл. 1 и 2 приведены принципы кодирования, уровни варьирования и матрица проведения эксперимента при термообработке яиц в СВЧ-установке непрерывно-поточного действия со сферическим резонатором.

Регрессионная модель изменения энергозатрат (Y_1 , Вт·ч/кг) (7) и температуры (Y_2 , °C) (8) от продолжитель-

ности воздействия ЭМП СВЧ на яйца (τ , ч) и мощности генераторов (P , Вт):

$$Y_1 = -5,52 + 2703x_1 + 0,004x_2 + 1241x_1^2 - 0,006x_1x_2; \quad (7)$$

$$Y_2 = -3,25 + 2100x_1 + 0,003x_2 + 836x_1^2 - 0,004x_1x_2. \quad (8)$$

Из уравнений (7, 8) следует, что оба фактора оказывают влияние на энергозатраты и температуру нагрева яиц. Наглядное представление о закономерностях изменения критериев оптимизации при варьировании факторов можно получить с помощью двухмерных сечений поверхностей откликов, построенных в программном пакете для статистического анализа Statistica 12 ,

Таблица 2. Матрица ротатбельного планирования второго порядка (метод наименьших квадратов полинома второй степени)

Table 2. Matrix of rotatable planning of the second order (the method of least squares of a polynomial of the second degree)

Номер опыта	Кодированная матрица		Рабочая матрица						Параметр оптимизации	
	X_1	X_2	продолжительность		мощность генераторов, Вт, (по 800 Вт, по 4 яйца, 70 г)				энергозатраты, Вт·ч/кг (Y_1)	температура, °C (Y_2)
			мин	ч						
1	+	+	4	0,067	6 ген.	24 шт.	1,68 кг	4800	191,4	147,4
2	-	+	4	0,067	6	24	1,68	4800	191,4	147,4
3	+	-	2	0,033	4	16	1,12	3200	94,29	72,6
4	-	-	2	0,033	4	16	1,12	3200	94,29	72,6
5	-1,414	0	2,8	0,047	5	20	1,4	4000	134,3	103
6	+1,414	0	5,65	0,094	5	20	1,4	4000	268,6	207
7	0	-1,414	3	0,05	5,66	22,6	1,58	4528	143,3	110,4
8	0	+1,414	3	0,05	8,48	33,8	2,37	6784	143,1	110,2
9	0	0	3	0,05	5	20	1,4	4000	142,8	110
10	0	0	3	0,05	5	20	1,4	4000	142,8	110
11	0	0	3	0,05	5	20	1,4	4000	142,8	110
12	0	0	3	0,05	5	20	1,4	4000	142,8	110
13	0	0	3	0,05	5	20	1,4	4000	142,8	110

Рис. 3. Поверхность отклика и сечение двухфакторной модели: а — энергозатрат; б — температуры в зависимости от продолжительности воздействия ЭМП СВЧ и мощности генераторов: Y_1 — энергозатраты (Вт·ч/кг), Y_2 — температура (°C), X_1 — продолжительность воздействия (ч), X_2 — мощность генераторов (Вт)

Fig. 3. Response surface and cross-section of the two-factor model: а — energy consumption; б — temperature depending on the duration of exposure to EMF and generator power: Y_1 — energy consumption (Wh/kg), Y_2 — temperature (°C), X_1 — duration of exposure (h), X_2 — generator power (W)

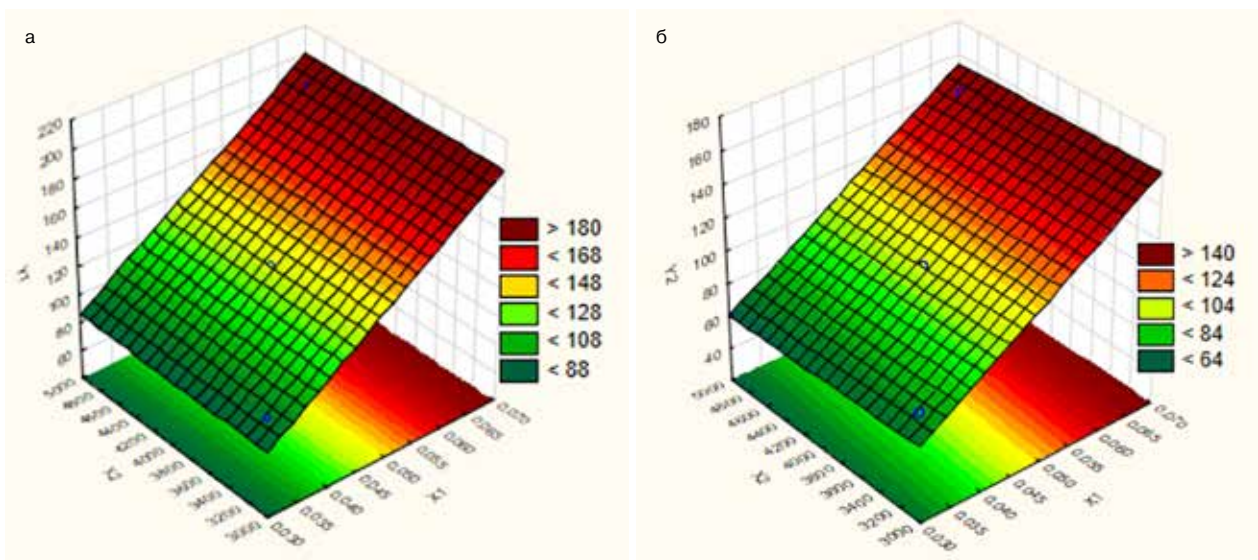
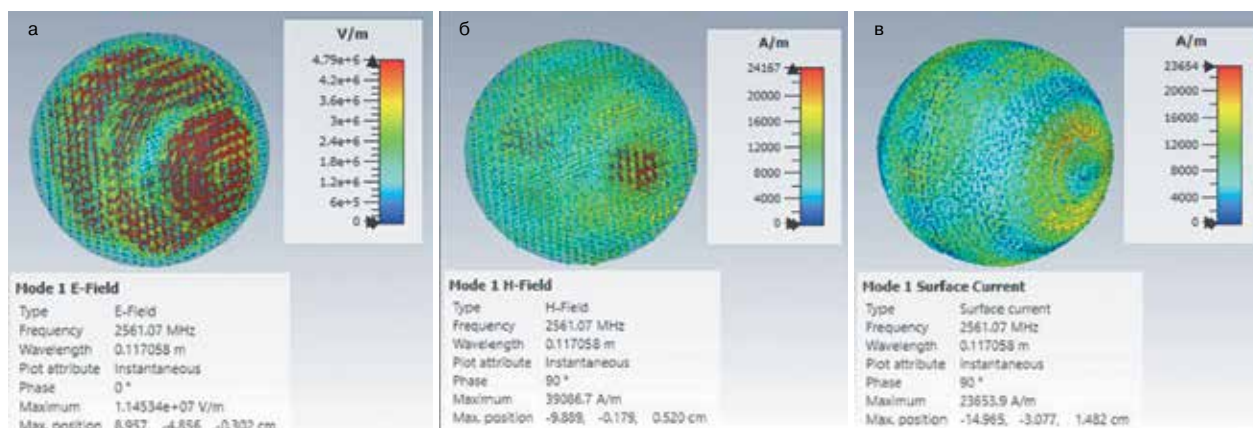


Рис. 4. Результаты исследования электродинамических параметров сферического резонатора, картина распределения: а — напряженности электрического поля; б — напряженности магнитного поля; в — плотности тока
Fig. 4. Results of the study of the electrodynamic parameters of a spherical resonator—the distribution pattern of: а — electric field strength; б — magnetic field strength; в — current density



которые позволяют с достаточной точностью прогнозировать значения критериев оптимизации и могут быть использованы для дальнейшего анализа.

Режим термообработки яиц будет эффективен при достижении температуры желтка 110 °С при общей мощности пяти генераторов 4,0 кВт, тогда производительность яйцеварки составит 400 шт./ч, а удельные энергетические затраты будут равны 143 Вт·ч/кг.

В программе трехмерного моделирования процессов распространения электромагнитных полей CST Microwave Studio в расчетном модуле Eigenmode были исследованы картины распределения напряженности электрического и магнитного поля в сферическом резонаторе. Результаты исследования электродинамических параметров сферического резонатора приведены на рис. 4.

Исследования показывают, что вектора напряженностей электрического поля достаточно равномерно распределены по всей рабочей области, при этом амплитудные значения напряженности электрического поля концентрируются в наибольшей степени в области расположения излучателя в резонаторе. Напряженность электрического поля в резонаторе составляет 1,5–3 кВ/см.

Выводы / Conclusion

Рассмотрены существующие технические и технологические решения по термообработке яиц с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Выявлен ряд существенных недостатков, требующих поиска новых перспективных конструктивных

исполнений рабочей камеры, обеспечивающей непрерывный режим работы установки при соблюдении электромагнитной безопасности. На основе анализа предложено новое конструкционное исполнение установки, дано теоретическое и экспериментальное обоснование режимных параметров.

Конструкционное исполнение радиоволновой установки конвейерного типа позволяет проводить термообработку яиц при перемещении в диэлектрических чашечках через щелевые сферические резонаторы. Скважность процесса менее 0,5 обеспечивается за счет расположения чашечек в резонаторах и между ними в отношении 4:9. Значение собственной добротности резонатора с достаточной достоверной вероятностью, рассчитанное в системе автоматизированного проектирования MathCAD через геометрические параметры, совпадает с результатами, полученными в программе CST Microwave Studio, и достигает 8800, с увеличением диаметра резонатора собственная добротность увеличивается. Визуализация в программе показывает равномерное распределение электрического поля в резонаторе, напряженность при этом составляет 1,5–3 кВ/см, что обеспечивает высокую стерильность продукта. Из регрессионных моделей, составленных на основе матрицы ротатбельного планирования эксперимента второго порядка, вытекает, что эффективная продолжительность воздействия ЭМП СВЧ составляет 154 с, удельные энергетические затраты равны 143 Вт·ч/кг. Скорость вращения мотор-редуктора конвейера составляет 0,4 об/мин.

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. Rombouts I., Wouters G.B., Lambrecht M.A., Uten L., Van Den Bosch W., Vercruysse S., Delcour J.A. Food protein network formation and gelation induced by conductive or microwave heating: a focus on hen egg white. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2020; 66. 102484. DOI 10.1016/j.ifset.2020.102484
2. Guo Q., Sun D.W., Cheng J.H., Han Z. Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*. 2017; 67. 236. DOI 10.1016/j.tifs.2017.07.007

REFERENCES

1. Rombouts I., Wouters G.B., Lambrecht M.A., Uten L., Van Den Bosch W., Vercruysse S., Delcour J.A. Food protein network formation and gelation induced by conductive or microwave heating: a focus on hen egg white. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2020; 66. 102484. DOI 10.1016/j.ifset.2020.102484
2. Guo Q., Sun D.W., Cheng J.H., Han Z. Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*. 2017; 67. 236. DOI 10.1016/j.tifs.2017.07.007

3. Chambers J.R., Khalid Z., Humayoun A., Abdel-Aal El-Sayed M. Chicken eggs. *Egg Innovations and Strategies for Improvements* ed Patricia Y. Hester. New York: Academic Press: chapter. 2017; 1. 1. DOI 10.1016/B978-0-12-800879-9.00001-9
4. Muthukumarappan K., Swamy G.J. Microwave processing of foods. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* ed M Kutz. New York: Academic Press. 2019; 16. 417–438. DOI 10.1016/B978-0-12-814803-7.00016-6
5. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Борщ А.А. Моделирование процессов обезвоживания пищевого сырья в электромагнитном поле. *Прок. Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2013; 3. 62. DOI 10.20914/2310-1202-2013-3-62-65.
6. Белов А.А. Установки для переработки яиц. Материалы инт. научно-практической конф. «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Йошкар-Ола: *Марийский государственный университет*. 2011. 145–146.
7. Вальяров М.Э. Моделирование воздействия СВЧ поля на куриное яйцо. В сборнике: *Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2021. VIII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов*. Казань. 2021. С. 343–345.
8. Вальяров М.Э., Насыбуллин А.Р., Степура А.В. Прединкубационная обработка куриных яиц СВЧ ЭМП. В сборнике: *Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами. Сборник статей девятой Всероссийской научной школы-семинара. Под редакцией Ал.В. Скрипаля*. Саратов. 2022. С. 280–283.
9. Новикова Г.В., Жданкин Г.В., Белова М.В., Орлова О.И., Семенов В.Г., Баймуханов Д.А., Ишхан К.З., Аубакиров А.К. Оптимизация параметров микроволновой установки с передвижными резонаторами для термообработки некондиционных яиц. *Известия национальной академии наук республики Казахстан. Серия геологических и технических наук*. 2019; 437. 5. DOI 10.32014/2019.2518-170X. 125.
10. Орлова О.И., Новикова Г.В., Михайлова О.В., Просвирыкова М.В., Зайцев П.В. Обоснование возможности приготовления яиц без воды в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Материалы Международной научно-практической конференции «Перспективы развития аграрных наук». Чебоксары: *Чувашская государственная сельскохозяйственная академия*. 2020. 207–208. EDX XAHANX.
11. Рогов И.А. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов. М.: *Легкая и пищевая промышленность*. 1981. 288 с.
3. Chambers J.R., Khalid Z., Humayoun A., Abdel-Aal El-Sayed M. Chicken eggs. *Egg Innovations and Strategies for Improvements* ed Patricia Y. Hester. New York: Academic Press: chapter. 2017; 1. 1. DOI 10.1016/B978-0-12-800879-9.00001-9
4. Muthukumarappan K., Swamy G.J. Microwave processing of foods. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* ed M Kutz. New York: Academic Press. 2019; 16. 417–438. DOI 10.1016/B978-0-12-814803-7.00016-6
5. Burdo O.G., Terziev S.G., Yarovoy I.I., Borsch A.A. Modeling of food raw material dehydration processes in the electromagnetic field. *Proc. of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2013; 3. 62. DOI 10.20914/2310-1202-2013-3-62-65 (In Russian)
6. Belov A.A. Installations for egg. *Materials of the Int. Scientific and Practical Conf. Topical Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products*. Yoshkar-Ola: *Mari state University*. 2011. 145–146. (In Russian)/
7. Valyarov M.E. Modeling of the effect of a microwave field on a chicken egg. In the collection: *Applied Electrodynamics, Photonics and Living Systems - 2021. VIII Youth International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, postgraduates and Students*. Kazan. 2021. 343–345. (In Russian).
8. Aviaris M.E., Nasybullin A.R., Stepura A.V. Pre-incubation processing of chicken eggs by microwave EMF. In the collection: *The interaction of ultrahigh frequency, terahertz and optical radiation with semiconductor micro- and nanostructures, metamaterials and biological objects. Collection of articles of the ninth All-Russian Scientific school-seminar. Edited by Al.V. Skripal*. Saratov. 2022. 280–283. (In Russian).
9. Novikova G.V., Zhdankin G.V., Belova M.V., Orlova O.I., Semenov V.G., Baimukanov D.A., Iskhan K.Z., Aubakirov A.K. Validation of microwave installation parameters with mobile resonators for heat treatment of nonedible eggs. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2019; 437. 5. DOI 10.32014/2019.2518-170X. 125. (In Russian).
10. Orlova O.I., Novikova G.V., Mikhailova O.V., Prosviryakova M.V., Zaitsev P.V. Justification of the possibility of cooking eggs without water in an ultra-high frequency electromagnetic field. Materials of the International scientific and practical Conference “Prospects for the development of agricultural sciences”. Cheboksary: *Chuvash State Agricultural Academy*. 2020. 207–208. EDX XAHANX. (In Russian).
11. Rogov I.A. Electrophysical, Optical and Acoustic Characteristics of Food Products. M.: *Light and food industry*. 288 p. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Ивановна Орлова, старший преподаватель кафедры «Математика и вычислительная техника» Нижегородский государственный инженерно-экономический университет ул. Октябрьская 22а, Княгинино, Нижегородской обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: oliandria5@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4384-3158>

Марьяна Валентиновна Просвирыкова, доктор технических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Тимирязевская, г. Москва, 127550, Российская Федерация
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Ольга Валентиновна Михайлова, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет ул. Октябрьская 22а, Княгинино, Нижегородской обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: ds17823@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Галина Владимировна Новикова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет ул. Октябрьская 22а, Княгинино, Нижегородской обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Ivanovna Orlova, Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Computer Engineering Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Oktjabrskaya str. 22a, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: oliandria5@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4384-3158>

Mariana Valentinovna Prosviryakova, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazev street, Moscow, 127550, Russian Federation
E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Olga Valentinovna Mikhailova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Infocommunication Technologies and Communication Systems, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics Oktjabrskaya str. 22a, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: ds17823@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Galina Vladimirovna Novikova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics Oktjabrskaya str. 22a, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

ОБ АВТОРАХ:

Александр Анатольевич Тихонов, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология металлов и ремонт машин», Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, пр. Гагарина 97, г. Нижний Новгород, Нижегородской обл., 603107, Российская Федерация
E-mail: tichonov57@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3687-977X>

Александр Анатольевич Белов, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд 5, Москва, 109428, Российская Федерация
E-mail: sofronich.bel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9216-9852>

Геральд Маркович Тобоев, кандидат ветеринарных наук, декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии, Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация
E-mail: ToboevGM@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Anatolyevich Tikhonov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarina Ave., Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod Region, 603107, Russian Federation
E-mail: tichonov57@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3687-977X>

Alexander Anatolyevich Belov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institute Passage 5, Moscow, 109428, Russian Federation
E-mail: sofronich.bel@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9216-9852>

Gerald Markovich Toboev, Candidate of Veterinary Sciences, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation
E-mail: ToboevGM@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3184-0710>

Д.В. Поручиков^{1,3}, ✉
М.В. Просвирякова²,
Г.А. Ларионов¹,
И.Г. Ершова²

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

³ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

✉ dv.poruchikov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
18.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Dmitrii V. Poruchikov^{1,3}, ✉
Mariana V. Prosviryakova²,
Gennady A. Larionov¹,
Irina G. Ershova²

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

³ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

✉ dv.poruchikov@yandex.ru

Received by the editorial office:
18.08.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Технология совмещения процессов посола и термообработки субпродуктов в сверхвысокочастотной установке

РЕЗЮМЕ

Актуальность. С увеличением производства продукции животноводства встает вопрос рационального использования субпродуктов. В настоящее время такое сырье преимущественно реализуется без переработки. Для повышения рентабельности производства предлагается реализовать субпродукт в вареном виде. Один из способов получения вареной продукции из мелкокускового мясного сырья с хорошими потребительскими свойствами — это использование эндогенного нагрева при массажи в рассоле.

Методы. Теоретические исследования проводили, анализируя физические процессы, связанные с распространением электромагнитных волн в средах с потерями; изучали массообменные процессы в сырье с посолочным веществом при эндогенном нагреве. Визуализацию распределения электромагнитного поля (ЭМП) в цилиндрическом щелевом резонаторе, вычисления собственной добротности и напряженности электрического поля (ЭП) осуществляли в программе CST Microwave Studio. Обоснование режимов работы установки проводили через регрессионные модели, полученные применением трехфакторного эксперимента типа 23 в программах Statistica 12.0, Microsoft Excel 10.0. В программе «Компас-3D 18» проводили трехмерное моделирование конструктивного исполнения цилиндрических щелевых резонаторов-барабанов. Электромагнитную безопасность оценивали по результатам исследований мощности потока излучений установки с помощью измерителей ПЗ-33М, ПЗ-41.

Результаты. Установлены режимы работы разработанной и изготовленной СВЧ-установки с щелевым цилиндрическим резонатором-барабаном для термообработки и массажи сырь с учетом регрессионных моделей. Они таковы: производительность 10 кг/ч; удельная мощность 1,6 Вт/г; продолжительности обработки 1,0 ч при концентрации соли 12,88%; удельные энергетические затраты 0,165 кВт·ч/кг; частота вращения резонатора-барабана 23 об/мин.

Ключевые слова: термообработка, сверхвысокочастотная установка, субпродукты, посол, совмещение процессов

Для цитирования: Поручиков Д.В., Просвирякова М.В., Ларионов Г.А., Ершова И.Г. Технология совмещения процессов посола и термообработки субпродуктов в сверхвысокочастотной установке. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 103–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-103-109>

© Поручиков Д.В., Просвирякова М.В., Ларионов Г.А., Ершова И.Г.

Technology for combining the processes of salting and heat treatment of offal in a microwave installation

ABSTRACT

Relevance. With the increase in livestock production, the question of the rational use of by-products arises. Currently, such raw materials are mainly sold without processing. To increase the profitability of production, it is proposed to sell the offal in boiled form. One of the ways to obtain boiled products from small-sized meat raw materials with good consumer properties is the use of endogenous heating during massaging in brine.

Methods. Theoretical studies were carried out by analyzing the physical processes associated with the propagation of electromagnetic waves in media with losses; the mass-transfer processes in raw materials with a curing substance during endogenous heating were studied. The visualization of the distribution of the electromagnetic field (EMF) in a cylindrical slotted resonator, the calculation of the intrinsic quality factor and the electric field strength (EF) were carried out using the CST Microwave Studio program. The substantiation of the operating modes of the installation was carried out through regression models obtained using a three-factor experiment of type 23 in the programs Statistica 12.0, Microsoft Excel 10.0. In the Compass-3D 18 program, three-dimensional modeling of the structural design of cylindrical slotted resonators-drums was carried out. Electromagnetic safety was evaluated by the results of studies of the power of the radiation flux by the installation using a PZ-33M, PZ-41 measuring devices.

Results. The operating modes of the developed and manufactured microwave installation with a slotted cylindrical resonator-drum for heat treatment and massaging of raw materials are established, taking into account regression models. They are: productivity 10 kg/h; specific power 1.6W/g; processing time 1.0 h, at a salt concentration of 12.88%; specific energy costs 0.165 kW·h/kg; frequency of rotation of the resonator - drum 23 rpm.

Key words: heat treatment, microwave installation, offal, salting, combination of processes

For citation: Poruchikov D.V., Prosviryakova M.V., Larionov G.A., Ershova I.G. Technology for combining the processes of salting and heat treatment of offal in a microwave installation. Agrarian science. 2022; 364 (11): 103–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-103-109> (In Russian).

© Poruchikov D.V., Prosviryakova M.V., Larionov G.A., Ershova I.G., Semenov A.A.

Введение / Introduction

С увеличением производства продукции животноводства встает вопрос рационального использования субпродуктов. В настоящее время такое сырье преимущественно реализуется без переработки. Для повышения рентабельности производства предлагается реализовать субпродукт в вареном виде. Один из способов получения вареной продукции из мелкокускового мясного сырья с хорошими потребительскими свойствами — это использование эндогенного нагрева при массировании в рассоле. Процесс массирования мясного сырья в течение 3–4 ч после инъекции рассолом при производстве копченых изделий широко распространен, но для мелкокускового сырья такая технология исключается из-за трудностей инъектирования рассолом [1, 2].

С учетом направления Стратегии научно-технологического развития РФ (Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642) «Разработка и внедрение систем рациональной переработки сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных продуктов питания», разработка технологии термообработки и массирования субпродуктов и обоснование параметров сверхвысокочастотной установки для ее реализации актуальны [3–5].

Целью исследований является разработка и обоснование параметров сверхвысокочастотной установки с щелевым резонатором-барабаном для термообработки субпродуктов в процессе массирования для улучшения потребительских свойства снижения эксплуатационных затрат.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач:

1. Провести анализ современного состояния, перспектив и проблем переработки субпродуктов в фермерских хозяйствах, разработать принцип совмещения процессов термообработки и массирования мясного сырья для повышения эффективности функционирования СВЧ-установки и улучшения потребительских свойств продукта.
2. Составить модель процесса функционирования СВЧ-установки с магнетронами воздушного охлаждения и с щелевым резонатором-барабаном, имеющим обоснованные конструктивно-технологические параметры.
3. Исследовать электродинамические параметры (ЭД) установки с щелевым резонатором-барабаном с учетом интерференции и дифракции электромагнитных волн сантиметрового диапазона, в том числе в программе CST Microwave Studio, для обоснования собственной добротности, напряженности электрического поля, мощности потока излучений.
4. Апробировать установку в производственных условиях и оценить технико-экономическую эффективность внедрения установки в фермерское хозяйство.

Материал и методы исследования / Materials and method

Теоретические исследования проводили, анализируя физические процессы, связанные с распространением электромагнитных волн в средах с потерями; изучив массообменные процессы в сырье с посолочным веществом при эндогенном нагреве. Визуализацию распределения электромагнитного поля (ЭМП) в цилиндрическом щелевом резонаторе, вычисления собственной добротности и напряженности электрического поля (ЭП) осуществляли в программе CST Microwave Studio.

Обоснование режимов работы установки проводили через регрессионные модели, полученные применением трехфакторного эксперимента типа 2³ в программах Statistic 12.0, Excel 10.0. В программе «Компас-3D 18» проводили трехмерное моделирование конструкционного исполнения цилиндрических щелевых резонаторов-барабанов. Электромагнитную безопасность оценивали по результатам исследований мощности потока излучений установки с помощью измерителей ПЗ-33М, ПЗ-41.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для термообработки субпродуктов в процессе массирования разработаны цилиндрические щелевые и перфорированные резонаторы-барабаны. Их электродинамические параметры исследованы тремя способами: 1) через традиционные формулы с учетом коэффициента дифракции; 2) через площадь поверхности и объем резонатора с учетом скин-слоя; 3) в программе CST Studio с использованием вычислителя Frequency Domain Solve, позволяющего в частотной области выполнять расчеты трехмерной электродинамической задачи.

Инновационная идея и сущность нагрева рассола за счет излучения заключается в том, что установку с вращающимся резонатором следует использовать для термообработки и массирования мелкокускового мясного сырья в фермерских хозяйствах. Под сырьем подразумеваются субпродукты (птичьи сердца, печень КРС и свиней), а также измельченное мелкокусковое сырье.

Установка выполнена в виде соосно расположенных двух резонаторов: первый — внутренний щелевой резонатор-барабан, второй — коаксиальный резонатор между экранирующим корпусом и резонатором-барабаном. Источником возбуждения ЭМП СВЧ внутреннего щелевого резонатора-барабана является магнетрон воздушного охлаждения, установленный с открытого торца барабана, а возбуждение ЭМП СВЧ в коаксиальном резонаторе происходит за счет излучения ЭМИ через щели барабана.

Таким образом, происходит повторное использование уходящей мощности через щелевой резонатор и сохранение в рассоле суммарного электромагнитного поля бегущей волны.

В коаксиальном резонаторе ЭМП представляет собой волну, двигающуюся только в одном направлении. Именно такую возможность для электромагнитного поля необходимой структуры и предоставляет резонансная система, в которой электромагнитные волны проходят через сырье и рассол. Наличие кольцевого объема между щелевым резонатором-барабаном и экранирующим корпусом создает условия для рекуперации (повторного и многократного использования) электромагнитной мощности, излучаемой системой первичных источников.

Исследования распределения электромагнитного поля в цилиндрическом щелевом резонаторе проводили по существующим методикам (на основе теории распределения электромагнитного поля). Цилиндрические резонаторы выполнены с высотой (h), кратной половине длины волны (λ). Выбор основного колебания зависит от диаметра (D) и высоты цилиндра. Если $h/D < 2,03$, то основным колебанием является E_{010} ; в случае $h/D > 2,03$ основным колебанием будет H_{111} . Конструкционные размеры разработанных резонаторов выбраны с учетом структуры поля основного колебания E_{010} . В связи с тем, что образующие одного цилиндрического резонатора

Рис. 1. Визуализация распределения напряженности ЭМП и плотности тока в цилиндрическом щелевом резонаторе (мода 6, по осям x, y, z)
Fig. 1. Visualization of the distribution of EMF strength and current density in a cylindrical slot resonator (mode 6, x, y, z)

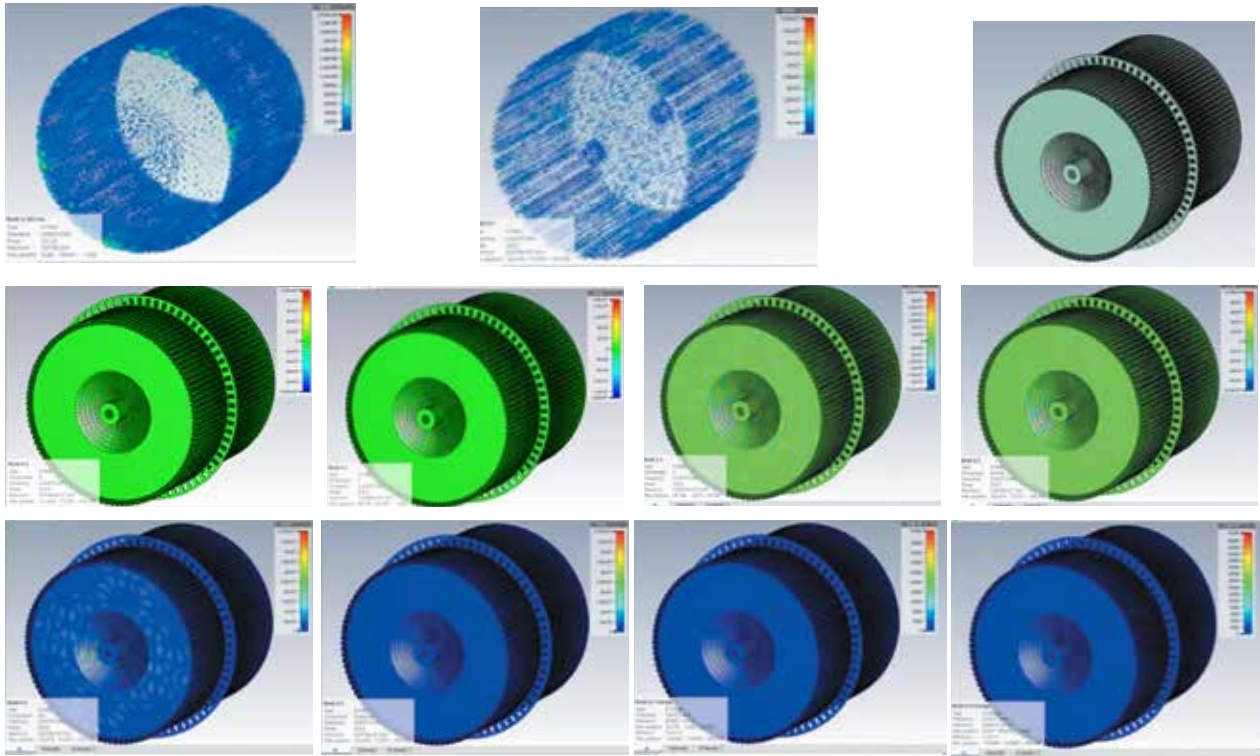
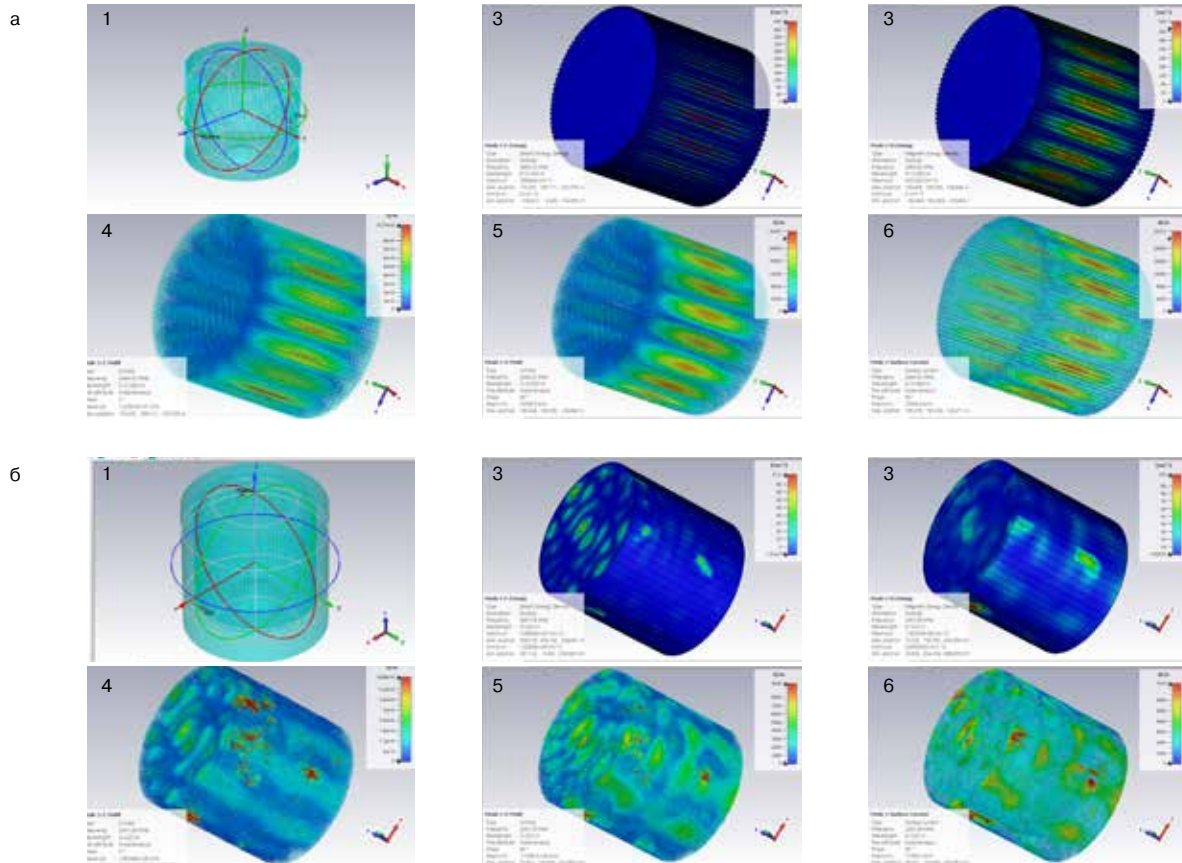


Рис. 2. Электродинамические параметры цилиндрического щелевого резонатора: а — щелевой цилиндрический резонатор; б — щелевой цилиндрический резонатор в экранирующем корпусе; 1 — распределение ЭМП по осям x, y, z; 2 — энергия излучения электрической составляющей, Вт/м³; 3 — энергия излучения магнитной составляющей, Вт/м³; 4 — напряженность электрического поля, В/м; 5 — напряженность магнитного поля, А/м; 6 — поверхностный ток, А/м
Fig. 2. Electrodynamics parameters of a cylindrical slotted resonator: а — slotted cylindrical resonator; б — a slotted cylindrical resonator in a shielding case; 1 — EMF distribution along the x, y, z axes; 2 — radiation energy of the electric component, W/m³; 3 — radiation energy of the magnetic component, W/m³; 4 — electric field strength, V/m; 5 — magnetic field strength, A/m; 6 — surface current, A/m



выполнены из стержней, другого — из полых труб, в них возникают явления, связанные со свойством волн огибать препятствия, то есть отклоняться от прямолинейного распространения (возникает *дифракция*). Задачи дифракции электрического поля через щелевой цилиндрический резонатор решали для трех случаев, на основе которых обосновали напряженность электрического поля, мощность потока излучений и собственную добротность [6].

Пользуясь методикой поиска собственных мод резонатора, при помощи программного обеспечения CST Studio 2017 и модуля Time Domain Solver провели исследования напряженности ЭМП, плотности тока, собственной добротности разработанных резонаторов (рис. 1, 2).

Технология производства мясной продукции из мясного сырья и субпродуктов в базовом и проектном вариантах приведена в табл. 1.

Результатом работы разработки сверхвысокочастотной установки с сверхвысокочастотным и инфракрасным энергоподводом к резонатору-барабану из труб с теплоносителем, обеспечивающее термомеханическое воздействие на мясное сырье, стал патент № 2537548. Согласно нему, установка (рис. 3) содержит в экранирующем корпусе 1 резонаторную камеру 3 [7], собранную из труб, с торца которой размещен излучатель от генераторного блока 5. Полый вал 7 проложен через центральную ось резонатора. Вал жестко соединен с торцевым полым диском 15 и кольцевой трубой 6 резонатора.

Под корпусом установлены ИК-лампы 2. Рассол просачивается через щели 13 между трубами на дно корпуса и заливает часть мясного сырья, находящегося в камере. Подают теплоноситель в трубы резонатора через муфту 11; он поступает в правую камеру, так как в полном валу 7 имеется заглушка. Затем, обойдя трубчатый резонатор, он поступает в левую камеру и через трубу возвращается в трубопровод. В таком режиме производят варку и копчение изделия, затем открывают люк и выгружают готовое копченое изделие.

На основе критериальных уравнений получены *регрессионные зависимости*, позволяющие определить рациональные режимы работы установки для эндогенного нагрева [8]. В качестве основных факторов, влияющих на процесс термообработки субпродуктов, были выбраны: удельная мощность генераторов $P_{уд}$, Вт/г (x_1); продолжительность обработки τ , ч (x_2); частота вращения резонатор-барабана n , об/мин (x_3). Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими условиями и конструктивными параметрами установки. Пределы их изменения: $0,08 \cdot 10^{-3} \leq P_{уд} \leq 0,4 \cdot 10^{-3}$ Вт/кг; $0,5 \leq \tau \leq 1$ ч; $13 \leq n \leq 33$ об/мин. Критериями оптимизации являются: Y_1 — производительность установки (Q , кг/ч); Y_2 — доза воздействия ЭМП СВЧ (D , Вт·ч/кг); Y_3 — бактериальная обсемененность сырья (общее микробное число ($ОМЧ$), КОЕ/г); Y_4 — энергетические затраты (W , кВт·ч/кг). С использованием программы «Statistica 12.0» построены поверхности отклика и двумерные сечения в изолиниях моделей производительности установки, дозы воздействия, бактериальной обсемененности и энергетических затрат в зависимости от варьируемых параметров (рис. 4).

Таблица 1. Технология производства мясной продукции из субпродуктов и кускового мясного сырья базовым и проектным вариантами

Table 1. Technology for the production of meat products from by-products and lumpy meat raw materials with basic and design options

Технология		Сырье животного происхождения			
		Мелкокусковое мясное сырье	Желудок и сердце куриные		Печень КРС и свиней
Базовая	Вареный мясной продукт	Массирование сырья в рассоле и вакууме с использованием традиционного барабанного мясомассажера			
		Обработка в термокамере (КТОМИ)			
Термообработка и массирование сырья с накоплением посолочных веществ, в резонаторе:					
цилиндрического щелевого барабана из стержней		цилиндрического перфорированного барабана	цилиндрического щелевого барабана из труб	цилиндра с перемешивающим механизмом	
Упаковка вареного продукта					
Проектная					

Уравнения регрессии адекватно описывают процесс термообработки субпродуктов под влиянием исследуемых факторов. Наиболее соответствующая производительность СВЧ-установки для термообработки и массирования сырья (10 кг/ч) достигается при удельной мощности 1,6 Вт/г и продолжительности обработки 1,0 ч.

$$Q = 42,29 - 1,79 \cdot 10^5 \cdot x_1 - 28,12 \cdot x_2 + 2,53 \cdot 10^8 \cdot x_1^2 + 27865,39 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,37 \cdot x_2^2.$$

$$D = -0,16 + 12327,34 \cdot x_1 - 1,53 \cdot x_2 + 2,59 \cdot 10^7 \cdot x_1^2 + 1 \cdot 10^6 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,73 \cdot x_2^2.$$

$$ОМЧ = 1,47 \cdot 10^6 - 3,48 \cdot 10^9 \cdot x_1 - 6,53 \cdot 10^5 \cdot x_2 + 1,45 \cdot 10^{12} \cdot x_1^2 + 1,53 \cdot 10^9 \cdot x_1 \cdot x_2 - 5394,41 \cdot x_2^2.$$

Рис. 3. Установка: 1 — экранирующий корпус; 2 — лампы; 3 — резонатор из труб; 4 — лопасти; 5 — генераторный блок; 6 — кольцевая труба; 7 — полый вал; 8 — подшипниковый узел; 9 — диэлектрическая прокладка; 10 — стопорная гайка; 11 — муфта; 12 — люк; 13 — щель между трубами; 14 — сливной патрубок; 15 — полый диск

Fig. 1. Installation: 1 — shielding case; 2 — lamps; 3 — resonator from pipes; 4 — blades; 5 — generator unit; 6 — annular pipe; 7 — hollow shaft; 8 — bearing assembly; 9 — dielectric gasket; 10 — lock nut; 11 — clutch; 12 — hatch; 13 — gap between pipes; 14 — drain pipe; 15 — hollow disc

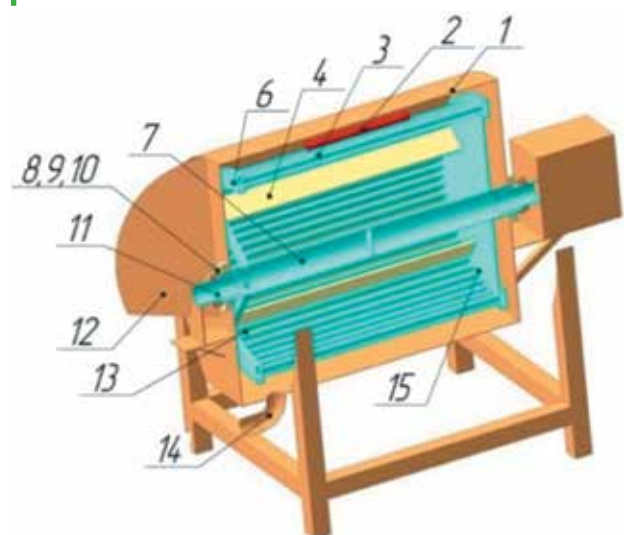


Рис. 4. Поверхность отклика и двумерное сечение в изолиниях трехфакторных моделей в зависимости от удельной мощности генератора и продолжительности эндогенного нагрева при частоте вращения барабана, равной 23 об/мин: а — производительность; б — доза воздействия; в — общее микробное число; г — энергетические затраты

Fig. 4. The response surface and a two-dimensional section in the isolines of three-factor models, depending on the specific power of the generator and the duration of endogenous heating at a drum speed of 23 rpm: а — performance; б — exposure dose; в — total microbial count; г — energy costs

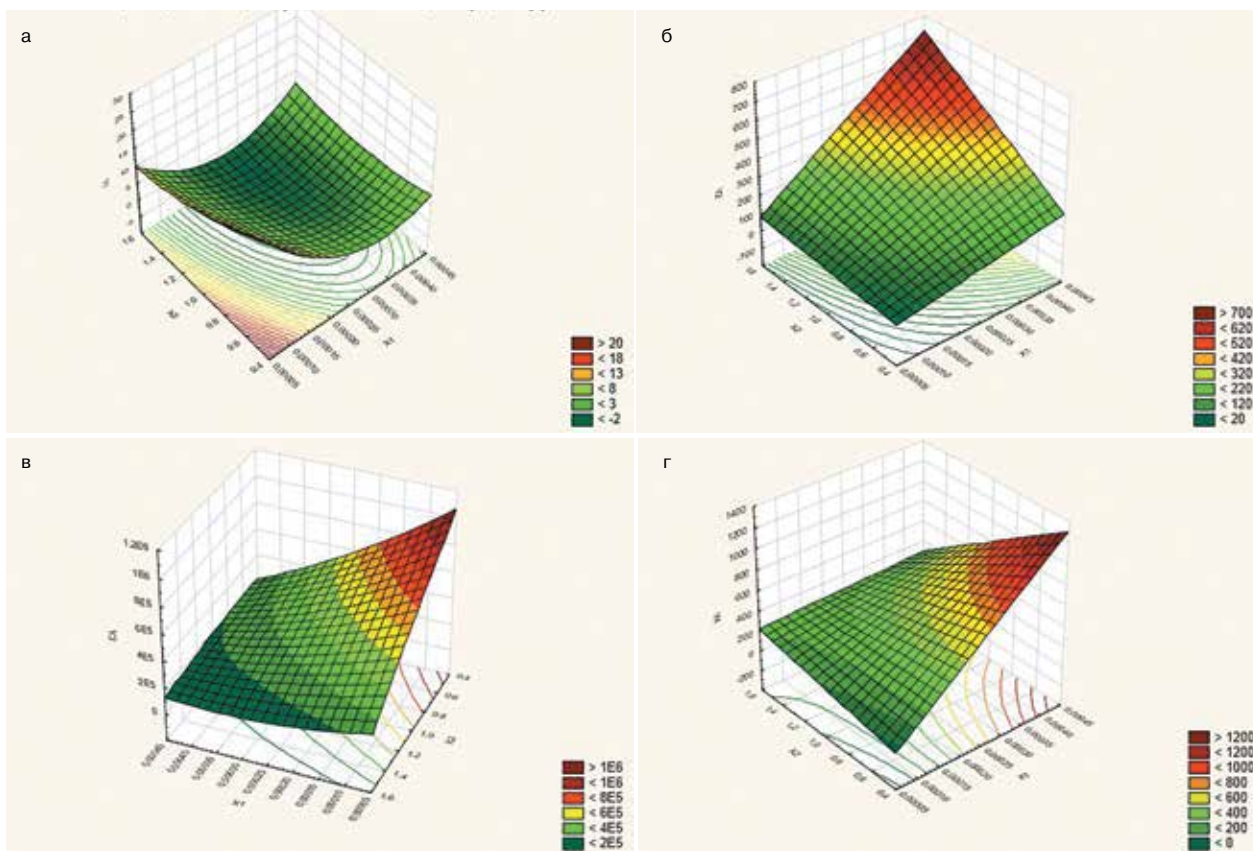
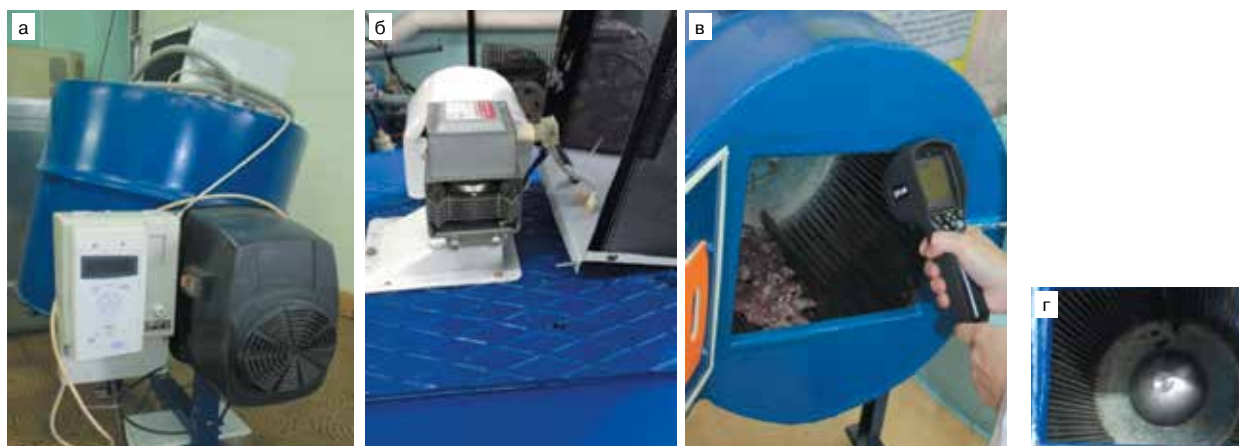


Рис. 5. Установка для термообработки и массирования субпродуктов: а — установка; б — магнетрон на дверце; в — сырье в щелевом резонаторе-барабане; г — стержневая боковая поверхность резонатора

Fig. 5. Installation for heat treatment and massaging offal: а — installation; б — magnetron on the door; в — raw material in a slotted resonator-drum; г — rod side surface of the resonator



$$W = -356,66 + 4,46 \cdot 10^6 \cdot x_1 + 354,91 \cdot x_2 - 6,02 \cdot 10^7 \cdot x_1^2 - 2,66 \cdot 10^6 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,15 \cdot x_2^2. \quad (1)$$

Изготовленная установка с цилиндрическим щелевым резонатором-барабаном для термообработки и массирования субпродуктов показана на рис. 5. Установка позволяет провести термообработку субпродуктов.

Годовой эффект составляет 400 тыс. руб. за счет снижения эксплуатационных затрат при объеме выработанной продукции 16,8 т в год. Рентабельность повысится на 13%.

Предложения по дальнейшему совершенствованию установки для термообработки субпродуктов в рассоле сводятся к обеспечению непрерывного режима работы [9, 10] с использованием тороидального резонатора, в

конденсаторной зоне которого — поворотная платформа с отсеками, а центральный цилиндр представляет собой емкость для рассола. Для исключения пробоа, избежания тепловых нагрузок и обеспечения электромагнитной безопасности рекомендуется эксплуатировать установку в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности для человека» (Постановление от 28.01.2021, № 2).

Выводы / Conclusion

Результаты исследования электродинамических параметров установки с цилиндрическим щелевым резонатором-барабаном с учетом интерференции и дифракции электромагнитных волн сантиметрового диапазона, а также с использованием программы CST

Microwave Studio, позволили обосновать собственную добротность резонаторов (3712–6020). Напряженность ЭП в цилиндрическом резонаторе из стержней с тремя магнетронами установлена на уровне 2400 Вт, при расположении в экранирующем корпусе составила 0,6–1 кВ/см, коэффициент дифракции — 0,3–0,4, а с одним резонатором — 0,2 кВ/см.

Установлены режимы работы разработанной и изготовленной СВЧ-установки с щелевым цилиндрическим резонатором-барабаном для термообработки и массирования сырья с учетом регрессионных моделей. Они таковы: производительность 10 кг/ч; удельная мощность 1,6 Вт/г; продолжительности обработки 1,0 ч при концентрации соли 12,88%; удельные энергетические затраты 0,165 кВт·ч/кг; частота вращения резонатора-барабана 23 об/мин.

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. Жданкин Г.В., Новикова Г.В., Белова М.В. Микроволновая установка для обезвоживания и термообработки непищевых отходов убоя животных. *Вестник Алтайского ГАУ*, Барнаул, Алтайский ГАУ, 2018, 74(6), С. 121–125.
2. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. М., Колос, 2001, 552 с.
3. Жданкин Г.В., Белова М.В., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Радиоволновые установки для термообработки непищевых отходов животного происхождения. *Известия Оренбургского ГАУ*, Оренбург, Оренбургский ГАУ, 2018, 4(72), С. 198–202.
4. Михайлова О.В., Сорокина М.Г., Ершова И.Г. Способ термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. *Вестник НГИЭИ*, 2015, 2 (45), С. 72–74.
5. Новикова Г.В., Селиванов И.М., Белова М.В., Белов А.А., Резонаторы, обеспечивающие термообработку сырья в поточном режиме, *Естественные и технические науки*, 2015, 6, С. 504–507.
6. Poruchikov D., Vasilyev A., Samarin G., Ershova I., Kovalev A. and others, Experimental data of meat raw parameter change by electrophysical impact. *Helix*. Vol. 9 (4). 2019. P. 5144–5151.
7. Белова М.В., Зиганшин Б.Г., Уездный Н.Т. Установка для термообработки крови с.-х. животных, *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. Казань: 2015, 3 (29). С. 53–56.
8. Mukesh K. Choudhary, P. Ravindran, First principle design of new thermoelectrics from TiNiSn based pentanary alloys based on 18 valence electron rule, *Computational Materials Science*, Volume 209, 2022, 111396.
9. Karimi S, Layeghinia N and Abbasi H 2021 Microwave pretreatment followed by associated microwave-hot air drying of Gundelia tournefortii L.: drying kinetics, energy consumption and quality characteristics. *Heat. Mass. Transfer*. 57(1) 133 <https://doi.org/10.1007/s00231-020-02948-0>
10. Новикова Г.В., Жданкин Г.В., Михайлова О.В., Белов А.А., Анализ разработанных сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. Казань: ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». 2016, (42). С. 89–93.

REFERENCES

1. Zhdankin G.V., Novikova G.V., Belova M.V. Microwave installation for dehydration and heat treatment of non-food waste of animal slaughter. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, Barnaul, Altai State Agrarian University, 2018, 74 (6), P. 121–125.
2. Ivashov V.I. Technological equipment of meat industry enterprises. M., Kolos, 2001, 552 p.
3. Zhdankin G.V., Belova M.V., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Radio wave installations for heat treatment of non-food waste of animal origin. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2018, 4 (72), P. 198–202.
4. Mikhailova O.V., Sorokina M.G., I.G. Ershova, The method of heat treatment of fat-containing raw materials in an electromagnetic field of ultrahigh frequency. *Vestnik NGIEI*. - 2015, 2 (45). P. 72–74.
5. Novikova G.V., Selivanov I.M., Belova M.V., Belov A.A., Novikova G.V., Resonators providing heat treatment of raw materials in a continuous mode. *Natural and technical sciences*, 2015, 6., P. 504–507.
6. Poruchikov D., Vasilyev A., Samarin G., Ershova I., Kovalev A. and others, Experimental data of meat raw parameter change by electrophysical impact. *Helix*. Vol. 9 (4). 2019. P. 5144–5151.
7. Belova M.V., Ziganshin B.G., Uezdnyi N.T. Installation for heat treatment of animal's blood, *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, Kazan: 2015, 3 (29). P. 53–56.
8. Mukesh K. Choudhary, P. Ravindran, First principle design of new thermoelectrics from TiNiSn based pentanary alloys based on 18 valence electron rule, *Computational Materials Science*, Volume 209, 2022, 111396.
9. Karimi S, Layeghinia N and Abbasi H 2021 Microwave pretreatment followed by associated microwave-hot air drying of Gundelia tournefortii L.: drying kinetics, energy consumption and quality characteristics. *Heat. Mass. Transfer*. 57(1) 133 <https://doi.org/10.1007/s00231-020-02948-0>
10. Novikova G.V., Zhdankin G.V., Mikhailova O.V., Belov A.A. Analysis of the developed microwave installations for heat treatment of raw materials, *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. Kazan: FGBOU VO «Kazan State Agrarian University». 2016, 4 (42). P. 89–93.

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Витальевич Поручиков, аспирант
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация
научный сотрудник Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,

1-й Институтский проезд дом 5, стр. 1, г. Москва, 109428, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-4210-3468>

E-mail: dv.poruchikov@yandex.ru

Марьяна Валентиновна Просвирякова, доктор технических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Листвиническая, г. Москва, 127550, Российская Федерация

E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Геннадий Анатольевич Ларионов, доктор биол. наук, профессор Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, г. Чебоксары, Чувашская республика, 428003, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

E-mail: eig85@yandex.ru

Ирина Георгиевна Ершова, канд. техн. наук, докторант, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Листвиническая, г. Москва, 127550, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0003-1126-3837>,

E-mail: eig85@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitrii Vitalyevich Poruchikov, PhD student
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

research scientist, Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

5, build. 1, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-4210-3468>

E-mail: dv.poruchikov@yandex.ru

Mariana Valentinovna Prosviryakova, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Listvinicheskaya street, Moscow, 127550, Russian Federation

E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Gennady Anatolyevich Larionov, Doctor of Biological Sciences, professor, Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

E-mail: eig85@yandex.ru

Irina Georgievna Ershova, Cand. tech. science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Listvinicheskaya street, Moscow, 127550, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-1126-3837>,

E-mail: eig85@yandex.ru

**М.В. Просвирякова¹,
Н.Г. Горячева²,
В.Ф. Сторчевой¹, ✉
О.В. Михайлова³,
Г.В. Новикова³,
Н.К. Кириллов⁴**

¹ Российский государственный аграрный университет — МСХА им К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

² Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Московская область, Российская Федерация

³ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ v.storchevoy@rgau-msha.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

**Mariana V. Prosviryakova¹,
Natalia G. Goryacheva²,
Vladimir F. Storcheva¹, ✉
Olga V. Mikhailova³,
Galina V. Novikova³,
Kirillov N. Kirillovich⁴**

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

² Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Khimki, Moscow Region, Russian Federation

³ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ v.storchevoy@rgau-msha.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Разработка хмелесушилки непрерывно-поточного действия с энергоподводом

РЕЗЮМЕ

Введение. Производство хмеля в РФ составляет в среднем 116 тыс. т с 54 тыс. га. Используемая в технологической линии сушки хмеля хмелесушилка ХС-400 является энергоемкой. Концепцией развития хмелеводства в Чувашской Республике (ЧР) на 2020–2025 годы, утвержденной распоряжением Кабинета министров ЧР от 20.08.2020 за номером 738-р, предусмотрено освоение до 45–50 га новых площадей под хмель, из расчета 15–17 га на одну хмелесушилку ХС-400. Для расширения производства хмеля необходимо эффективное освоение инновационных технологий и установок для сушки свежесобранного хмеля, не уступающих по технико-экономическим параметрам зарубежным аналогам. Разработка хмелесушилки, обеспечивающей обезвоживание и обеззараживание свежесобранного хмеля, сохраняющей потребительские свойства при сниженных эксплуатационных затратах, является актуальной в настоящее время.

Методика. Провели анализ электрофизических параметров шишек хмеля (по методике Рогова) в зависимости от частоты электромагнитного поля, влажности и температуры, теоретически исследовали тепломассообменные процессы при подводе конвективного тепла в объемный резонатор СВЧ-установки, определили эффективные технологические параметры хмелесушилки. Исследования напряженности электромагнитного поля, плотности тока, собственной добротности резонаторов проводили в программе трехмерного компьютерного моделирования CST Studio Suite 2017 и ее подпрограмме CST Microwave Studio.

Результаты. Разработана многорезонаторная хмелесушилка с энергоподводом в электромагнитном поле. Предлагаемая хмелесушилка содержит последовательно расположенные в горизонтальной плоскости резонаторы с криволинейными поверхностями, состыкованные через керамические двояковыпуклые перфорированные плиты. Собственная добротность эллиптического тороидального резонатора составляет 14600, треугольного призматического резонатора — в пределах 9000–1200 в зависимости от степени вогнутости верхней грани. Произведен расчет производительности установки, которая достигает 180–200 кг/ч при мощности 15,66 кВт, что позволило определить энергетические затраты — 0,1 кВт·ч/кг.

Ключевые слова: многорезонаторная хмелесушилка, свежесобранный хмель, треугольный призматический и эллиптический тороидальный резонаторы, радиопрозрачный транспортер, керамическая двояковыпуклая перфорированная четырехгранная плита

Для цитирования: Просвирякова М.В., Горячева Н.Г., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К. Разработка хмелесушилки непрерывно-поточного действия с энергоподводом. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 110–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-110-116>

© Просвирякова М.В., Горячева Н.Г., Сторчевой В.Ф., Михайлова О.В., Новикова Г.В., Кириллов Н.К.

Development of a continuous operation hop-kiln with power supply

ABSTRACT

Introduction. Hop production in the Russian Federation averages 116 thousand tons from 54 thousand hectares. The HS-400 hop-kiln used in the hop drying process line is energy-intensive. The concept of hop growing development in the Chuvash Republic for 2020–2025, approved by the decree of the Cabinet of Ministers of the Chuvash Republic (dated 20.08.2020 No. 738-r), provides for the development of up to 45–50 hectares of new areas for hop, at the rate of 15–17 hectares per one hop-kiln HS-400. To expand the production of hop, it is necessary to effectively master innovative technologies and installations for drying freshly harvested hop that are not inferior in technical and economic parameters of foreign analogues. The development of a hop-kiln that provides dehydration and disinfection of freshly harvested hop, pre-serves consumer properties with reduced operating costs, is currently relevant.

Methodology. The electrophysical parameters of hop cones (according to the Rogov method) were analyzed depending on the frequency of the electromagnetic field, humidity and temperature, heat and mass transfer processes during the supply of convective heat to the volumetric resonator of the microwave installation were theoretically investigated, and the effective technological parameters of the hop-kiln were determined. Studies of the electromagnetic field strength, current density, and intrinsic Q-factor of resonators were carried out in the CST Studio Suite 2017 three-dimensional computer modeling program and its CST Microwave Studio subprogram.

Results. A multi-resonator hop-kiln with an energy supply in an electromagnetic field has been developed. The proposed hop-kiln contains resonators sequentially arranged in a horizontal plane with curved surfaces, docked through ceramic biconvex perforated plates. The design and technological scheme of the hop-kiln has been developed. The intrinsic Q-factor of elliptical toroidal resonator is 14600, of triangular prismatic resonator — in the range of 9000–1200, depending on the degree of concavity of the upper face. The calculation of the installation productivity amounts to 180–200 kg/h with a power of 15.66 kW, which made it possible to determine energy costs — to 0.1 kWh/kg.

Key words: multi-cavity hop-kiln, freshly harvested hop, triangular prismatic and elliptical toroidal resonators, radio-transparent conveyor, ceramic biconvex perforated square plate

For citation: Prosviryakova M.V., Goryacheva N.G., Storcheva V.F., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Kirillov N.K. Development of a continuous operation hop-kiln with power supply. Agrarian science. 2022; 364 (11): 110–116. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-110-116> (In Russian).

© Prosviryakova M.V., Goryacheva N.G., Storcheva V.F., Mikhailova O.V., Novikova G.V., Kirillov N.K., Semenov A.A.

Введение / Introduction

Мировое производство хмеля в 2020 году составило 116000 т. Крупнейшими производителями хмеля являются Эфиопия (40074 т в год, площадь 31367 га) и США (39526 т в год, площадь 20581 га). Россия занимает 21-е место [1]. Объемы производства хмеля на площади в 544 га в России составляют 0,32–0,4 тыс. т, это не более 4% от потребительского рынка (10–11 тыс. т). Основной регион в России, где валовый сбор хмеля достигает 90% — это Чувашская Республика (ЧР). Урожайность хмеля в ЧР составляет 15–19 ц/га. Концепцией развития хмелеводства в ЧР на 2020–2025 годы, утвержденной распоряжением Кабинета министров ЧР от 20.08.2020 за номером 738-р, предусмотрено освоение до 45–50 га новых площадей под хмель, из расчета 15–17 га на одну хмелесушилку, и закупка хмелесушилки ХС-400. Многие агротехнические мероприятия по возделыванию хмеля механизированы, хмелесушилки ХС-400 работают с использованием конвективного тепла [2]. Такие хмелесушилки достаточно энергоемкие и не сохраняют потребительские свойства хмеля из-за длительности процесса сушки. Нагретый до 65 °С воздух не прекращает развитие микрофлоры, поэтому потребительские показатели снижаются. Для расширения производства хмеля необходимо эффективное освоение инновационных технологий и установок для сушки свежесобранного хмеля, не уступающих по технико-экономическим параметрам зарубежным аналогам.

В авторском свидетельстве № 1220605 [3] описаны технология и установка по сушке свежесобранного хмеля в электромагнитном поле высокой частоты. В установке заложен принцип поэтапного удаления влаги из шишек хмеля, находящихся в трех поярочно расположенных рабочих конденсаторах. Такая технология обеспечивает равномерную сушку хмеля с начальной влажностью 75–82% при чередовании цикла нагрева с циклом охлаждения. Но в высокочастотном диапазоне сложно обеспечить электромагнитную безопасность при непрерывном режиме работы установки, и напряженность электрического поля недостаточная для снижения бактериальной обсемененности сырья.

Характерной особенностью конвективного и кондуктивного способов теплообмена является превалирование радиационного излучения. А при оценке параметров СВЧ-установок радиационным излучением можно пренебречь. Поэтому разработка хмелесушилки непрерывно-поточного действия, обеспечивающей поэтапное обезвоживание и обеззараживание свежесобранного хмеля, сохранение потребительских свойств при сниженных эксплуатационных затратах путем энергоподвода в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, актуальна.

Материал и методы исследования / Materials and method

Анализировали электрофизические параметры шишек хмеля (по методике Рогова) в зависимости от частоты электромагнитного поля [4], влажности и температуры, теоретически исследовали тепломассообменные процессы при подводе конвективного тепла в объемный резонатор СВЧ-установки и определили эффективные технологические параметры хмелесушилки.

Исследования напряженности электромагнитного поля, плотности тока, собственной добротности резонаторов проводили в программе трехмерного компьютерного моделирования CST Studio Suite 2017 и ее подпрограмме CST Microwave Studio.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Разработка многорезонаторной хмелесушилки непрерывно-поточного действия с энергоподводом в электромагнитном поле с маломощными магнетронами и с обоснованным конструкционным исполнением для сушки свежесобранного хмеля позволит обеспечить высокую напряженность электрического поля и электромагнитную безопасность без экранирующего корпуса.

Многорезонаторная хмелесушилка с энергоподводом в электромагнитном поле (рис. 1) содержит последовательно состыкованные объемные неферромагнитные резонаторы нетрадиционных конструкций.

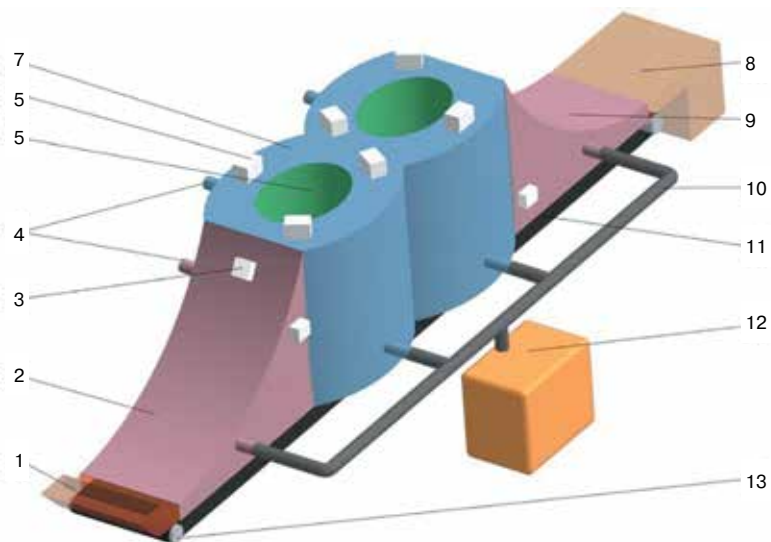
Ко всем неферромагнитным резонаторам подведены воздухопроводы 10 с возможностью регулирования расхода воздуха и воздухоотводы 4, соединенные с тепловой пушкой 12, позволяющей регулировать температуру и расход воздуха. Каждое пространство между керамической двояковыпуклой перфорированной четырехгранной плитой и неферромагнитной поверхностью выполняет функцию *металлодиэлектрического* резонатора.

Первый резонатор (на рисунке 1 обозначен номером 2) и последний резонатор (на рисунке 1 обозначен номером 9) выполнены в виде треугольных призматических резонаторов с вогнутыми гранями. Расположенные в середине сушильной установки соосно установленные неферромагнитные эллиптические цилиндры 5, 7 выполнены в виде П-образных тороидальных резонаторов, то есть они собраны из соосно расположенных эллиптических наружных цилиндров 7 с вырезанными боковыми поверхностями и внутренних неферромагнитных эллиптических резонаторов 5. Причем эллипс симметричен относительно горизонтальной и вертикальной осей. Боковые поверхности наружных эллиптических неферромагнитных цилиндров вырезаны по горизонтальной оси эллипса.

Все неферромагнитные резонаторы состыкованы между собой через керамические двояковыпуклые перфорированные четырехгранные плиты 14. Между нижними основаниями соосно расположенных эллиптических неферромагнитных наружных и внутренних цилиндров имеется промежуток, образующий конденсаторную часть каждого тороидального резонатора. При этом нижние основания внутренних эллиптических резонаторов перфорированы. В местах стыка резонаторов участки боковой поверхности наружных эллиптических цилиндров вырезаны, и в углубления установлены керамические двояковыпуклые перфорированные четырехгранные плиты, ширина отверстий в которых равна ширине транспортера, а высота — равной высоте прорезей 16, на треугольных призматических резонаторах. Прорези сделаны на уровне критических сечений, за пределами которых излучения нет. Над рабочей ветвью установлен сеточный радиопрозрачный ограничитель 15. Через двояковыпуклые керамические плиты и неферромагнитные резонаторы проложена рабочая ветвь сеточного радиопрозрачного транспортера 11. Электропривод 13 транспортера расположен вне сушилки. Загрузочная емкость 1 пристыкована к первому треугольному призматическому неферромагнитному резонатору 2, а выгрузная емкость — ко второму аналогичному резонатору 9. Маломощные (700–850 Вт, частота 2450 МГц, длина волны 12,24 см) магнетроны 6, 3 с воздушным охлаждением прикреплены к наружным сторонам к поверхности тороидальных резонаторов со сдвигом на 120 градусов, а к треугольным призматическим

Рис. 1. Многорезонаторная хмелесушилка с энергоподводом в электромагнитном поле: 1 — загрузочная емкость с заслонкой; 2, 9 — треугольные призматические резонаторы с вогнутой гранью; 3 — магнетроны на призматических резонаторах; 4 — воздухоотводы; 5 — внутренние эллиптические цилиндры; 6 — магнетроны на тороидальных резонаторах; 7 — наружный эллиптический цилиндр; 8 — выгрузная емкость; 10 — воздухопровод; 11 — сеточный радиопрозрачный транспортер; 12 — тепловая пушка; 13 — электропривод транспортера; 14 — керамическая двояковыпуклая перфорированная четырехгранная плита; 15 — радиопрозрачный сеточный ограничитель; 16 — прорез

Fig. 1. Multi-cavity hop-kiln with power supply in an electromagnetic field: 1 — loading container with a flap; 2, 9 — triangular prismatic resonators with a concave face; 3 — magnetrons on prismatic resonators; 4 — air vents; 5 — internal elliptical cylinders; 6 — magnetrons on toroidal resonators; 7 — external elliptical cylinder; 8 — discharge tank; 10 — air duct; 11 — mesh radio-transparent conveyor; 12 — heat gun; 13 — electric conveyor drive



резонаторам 2, 9 — на все наружные грани в области стыка резонаторов.

Свежеубранный хмель в ЭМП СВЧ нагревается эндогенно, внутренняя влага за счет градиента температуры стремится к наружной поверхности хмеля и удаляется теплым воздухом конвективным способом через соответствующие воздухоотводы 4 и через перфорированные основания внутренних эллиптических цилиндров 5.

В процессе нагрева сырья в ЭМП СВЧ устанавливается положительный градиент по его сечению (температура на поверхности сырья за счет испарения оказывается ниже, чем внутри) и, следовательно, влажностное и температурное поле направлены в одну сторону, что также ускоряет процесс испарения влаги, сокращает продолжительность сушки и сохраняет потребительские свойства хмеля. В каждом резонаторе имеются датчики влажности и температуры, позволяющие контролировать режим обезвоживания хмеля. Температура воздуха на выходе калорифера регулируется до 70 °С, в том числе с помощью регулятора напряжения.

Благодаря высокой напряженности электрического поля сырье обеззараживается в процессе обезвоживания. Высушенный в щадящем режиме с сохранением потребительских свойств хмель выгружается через прорез 16 в выгрузную емкость 8. После окончания процесса сушки в первую очередь выключают генераторы 3, 6 и калорифер. Далее останавливают транспортер 11 и в последнюю очередь выключают вентилятор 12.

Известно, что тороидальный резонатор обеспечивает меньшие потери. На частоте 2450 МГц поглощение энергии близко к максимальному, что обеспечивает хорошее преобразование электромагнитной энергии в тепловую энергию.

Использование треугольных призматических резонаторов повышает радиационную добротность (то есть обусловленную потерями на излучение). От высоты призмы и изогнутости верхней грани зависят продольные координаты критического сечения [5]. В таких резонаторах существуют волны, постоянные пространства которых уменьшаются в зависимости от вогнутости грани. Прорез на стыке вогнутой грани и основания призмы следует делать на уровне поверхности, от которой наблюдается полное отражение волн (на уровне критического сечения). Тогда соблюдается электромагнитная безопасность при работе СВЧ-установки непрерывно-поточного действия.

Использование керамических двояковыпуклых перфорированных четырехгранных плит 14 как части резонаторов позволяет поддерживать свободные электромагнитные колебания разных видов, удовлетворяющие условиям границы раздела «сырье — воздух», то есть условиям полного внутреннего отражения (малые радиационные потери) при диэлектрической проницаемости (5,2) большей, чем у фторопласта (2,2). Керамика обладает малыми

тепловыми потерями, так как тангенс угла диэлектрических потерь всего $3 \cdot 10^{-3}$, следовательно, собственная добротность всех проектируемых резонаторов выше, чем без керамических двояковыпуклых поверхностей. Падающие и отраженные волны фокусируются в определенных местах выпуклости плиты в зависимости от расположения излучателей.

Суммарный коэффициент поглощения энергии достигает максимального значения в тех зонах резонаторов, где падающий, отраженный и боковой потоки энергии соизмеримы. Концентрация энергии электромагнитного поля в объеме резонатора и уменьшение потерь на излучение достигается благодаря применению двояковыпуклой керамической плиты. Перфорация двояковыпуклых плит обеспечивает циркуляцию воздуха. При проектировании объемных резонаторов надо, чтобы размеры их обеспечивали совпадение спектра возбуждаемых в них частот многомодового электромагнитного поля стоячих волн со спектром частот аномальных дисперсий свободной и связанной влаги на различных этапах ее удаления из хмеля [6].

Для обеспечения технологического режима сушки свежеубранного хмеля рабочая камера собрана из последовательно соединенных резонаторов разной конструкции. В первом резонаторе сырье, выровненное по толщине, подвергается воздействию ЭМП СВЧ и обдувается теплым воздухом. При этом через слой хмеля проходит подогретый воздух, подаваемый тепловой пушкой через воздухопровод 10 под сеточный радиопрозрачный транспортер. Происходит частичное удаление влаги с наружной поверхности сырья и нагрев до 31–34 °С. Далее слой хмеля попадает в процессе передвижения транспортера в эллипсоидный тороидальный резонатор, где хмель нагревается до температуры 41–

46 °С; при такой температуре из шишек хмеля начинает выделяться свободная влага, которая удаляется теплым воздухом. Во втором тороидальном резонаторе шишки хмеля нагреваются до температуры 55–60 °С, достаточной для удаления физико-химической связанной воды. В третьем призматическом резонаторе шишки хмеля нагреваются до температуры 75 °С, высыхают до влажности 8–9% и попадают в выгрузную емкость 8.

Проанализированы изменения электрофизических параметров хмеля в процессе сушки [7]. Получены зависимости диэлектрической проницаемости (ϵ), фактора диэлектрических потерь (k), объемной плотности (ρ), теплоемкости (c) от влажности хмеля (10–80%):

$$\begin{aligned}\epsilon &= 0,91 \cdot e^{0,044W}, k = 0,664 \cdot e^{0,044W}, \\ \rho &= 1,8 \cdot W^{1,08}, c = 0,76 \cdot W^{0,34}.\end{aligned}\quad (1)$$

На основе этих данных согласована мощность, генерируемая в единице объема сырья в каждом резонаторе в процессе обезвоживания хмеля. Производительность хмелесушилки можно изменять, варьируя количество эллипсоидных тороидальных резонаторов, мощность генераторов, калорифера и производительность вентилятора. Для обеспечения сушки хмеля в более щадящем режиме рекомендуется использовать несколько тороидальных резонаторов, где доза воздействия регулируется мощностью генераторов в процессе обезвоживания хмеля.

Для оценки эффективности конструкционного исполнения хмелесушилки непрерывно поточного действия с нетрадиционными резонаторами, обеспечивающими разную дозу воздействия ЭМП СВЧ, вычислена их собственная добротность, определена возможность возбуждения электрического поля высокой напряженности, согласованной с объемами резонаторов и мощностью генераторов.

Собственная добротность резонатора определена как отношение энергии электромагнитного поля, запасенной в резонаторе, к энергии, теряемой за период собственных колебаний [8]. Запас энергии в резонаторе пропорционален его объему. Энергия потерь пропорциональна объему, в котором они происходят. Для практических расчетов значения собственной добротности резонатора можно пользоваться формулой, характеризующей отношением емкости к площади поверхности резонатора с учетом толщины поверхностного слоя (скин-слоя).

Собственная добротность тороидального резонатора с круглым основанием:

$$Q \approx \frac{2 \cdot V_{кр}}{\Delta \cdot S_{кр}} \approx \frac{2 \cdot \pi \cdot (R^2 \cdot H - r^2 \cdot h)}{\Delta \cdot 2 \pi \cdot (R^2 + R \cdot H + r \cdot h)} \approx \frac{(R^2 \cdot H - r^2 \cdot h)}{\Delta \cdot (R^2 + R \cdot H + r \cdot h)}, \quad (2)$$

где $S_{кр}$, $V_{кр}$ — площадь поверхности и объем тороидального резонатора соответственно; R , H — радиус и высота эллиптического наружного цилиндра; r , h — радиус и высота эллиптического внутреннего цилиндра; Δ — толщина поверхностного слоя (скин-слоя); для немагнитных материалов, например для алюминия, $\Delta = 1,72 \cdot 10^{-5}$ м.

Площадь поверхности и объем тороидального резонатора с круглым основанием:

$$S_{кр} = 2\pi \cdot (R^2 + RH + rh), \quad V_{кр} = \pi \cdot (R^2 \cdot H - r^2 \cdot h). \quad (3)$$

Собственная добротность эллиптического тороидального резонатора:

где S_1 — площадь основания наружного эллиптического цилиндра, $S_1 = \pi \cdot A \cdot B$.

$$B = A \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{B}{A} \right)^{1,44} + 4 \right], \quad S_1 = \pi \cdot A^2 \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{B}{A} \right)^{1,44} + 4 \right]. \quad (4)$$

Площадь основания внутреннего эллиптического цилиндра: $S_2 = \pi \cdot a \cdot b$,

a , b — длина малой и большой оси соответственно.

$$b = a \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^{1,44} + 4 \right], \quad S_2 = \pi \cdot a^2 \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^{1,44} + 4 \right]. \quad (5)$$

Площадь боковой поверхности внутреннего эллиптического цилиндра:

$$S_{вн} = h \cdot \pi \cdot a^2 \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^{1,44} + 4 \right]. \quad (6)$$

Площадь боковой поверхности наружного эллиптического цилиндра:

$$S_{нар} = H \cdot \pi \cdot A^2 \cdot \left[2,28 \cdot \left(\frac{B}{A} \right)^{1,44} + 4 \right]. \quad (7)$$

Кольцевая площадь: $S_2 - S_1 = \pi \cdot (AB - ab)$.

Объем эллиптического тороидального резонатора:

$$V_{элл} = \pi \cdot (A \cdot B \cdot H - a \cdot b \cdot h). \quad (8)$$

Общая площадь эллипсоидного тороидального резонатора:

$$\begin{aligned}S_{общ} &= \pi \cdot \left[H \cdot A^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{B}{A} \right)^{1,44} + 4 \right) + \right. \\ &\quad \left. + h \cdot a^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^{1,44} + 4 \right) + (AB - ab) \right].\end{aligned}\quad (9)$$

Собственная добротность эллиптического тороидального резонатора:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot (A \cdot B \cdot H - a \cdot b \cdot h)}{\Delta \cdot \pi \cdot \left[H \cdot A^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{B}{A} \right)^{1,44} + 4 \right) + h \cdot a^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^{1,44} + 4 \right) + (A \cdot B - a \cdot b) \right]}. \quad (10)$$

Проектируемый резонатор имеет размеры: $B = 1,2$ м, $A = 0,9$ м, $b = 0,5$ м, $a = 0,4$ м, $H = 0,9$ м, $h = 0,6$ м.

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot (0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,9 - 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,6)}{1,72 \cdot 10^{-5} \cdot \pi \cdot \left[0,9 \cdot 0,9^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{1,2}{0,9} \right)^{1,44} + 4 \right) + 0,6 \cdot 0,4^2 \cdot \left(2,28 \cdot \left(\frac{0,5}{0,4} \right)^{1,44} + 4 \right) + (0,9 \cdot 1,2 - 0,4 \cdot 0,5) \right]} = 14600.$$

$$V_{элл} = \pi \cdot (A \cdot B \cdot H - a \cdot b \cdot h); \quad V_{элл} = 5,35 \text{ м}^3. \quad (11)$$

Сравнение значений собственной добротности традиционного и эллиптического резонаторов проводим при равных объемах $5,35 \text{ м}^3$. Для этого вычислим радиусы внутреннего и наружного цилиндров с круглым сечением в соответствии с формулой:

$$V_{кр} = \pi \cdot (R^2 \cdot H - r^2 \cdot h). \quad 5,35 = \pi \cdot (R^2 \cdot 0,9 - r^2 \cdot 0,6). \quad (12)$$

Зная собственную добротность и объем резонатора, можно приблизительно вычислить напряженность электрического поля по формуле [9]:

$$E = \sqrt{\frac{k \cdot P \cdot Q}{0,27 \cdot \varepsilon_0 \cdot V \cdot \omega}},$$

$$E = \sqrt{\frac{3 \cdot 850 \cdot 14600}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,15 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 2450 \cdot 10^6}} = 82 \cdot 10^3 \text{ В/м}, \quad (13)$$

где k — количество генераторов, шт.; P — мощность генератора, Вт; Q — добротность резонатора; ε_0 — абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м; V — объем конденсаторной части резонатора, где концентрируется электрическое поле, м^3 ; ω — угловая частота СВЧ-излучения, $\omega = 2 \pi \cdot f$, 1/с.

При собственной добротности, равной 14600, в конденсаторной части эллиптического тороидального резонатора объемом $0,15 \text{ м}^3$ можно обеспечить напряженность электрического поля $0,82 \text{ кВ/см}$, что недостаточно для снижения бактериальной обсемененности хмеля. Поэтому следует часть боковой поверхности заменить керамическими двояковыпуклыми четырехгранными плитами. Это ненамного изменит объем и площадь поверхности тороидального резонатора, но обеспечит концентрацию электромагнитных волн и высокую напряженность электрического поля.

Результатом является определение собственной добротности усеченного *треугольного призматического резонатора* через площадь и объем. Площадь поверхности резонатора:

$$S_{\text{ус.призмы}} = H \cdot (b + a) + a \cdot (c - h) =$$

$$= H \cdot (b + a) + a \cdot (\sqrt{b^2 + H^2} - h), \quad (14)$$

где H , B , a — высота, длина, ширина резонатора соответственно, м; h — высота прорези, м; c — гипотенуза треугольника, $c = \sqrt{b^2 + H^2}$. $b = 1,2 \text{ м}$, $H = 0,9 \text{ м}$, $a = 0,7 \text{ м}$; $h = 0,1 \text{ м}$.

$$S_{\text{ус.призмы}} = 0,9 \cdot (1,2 + 0,7) +$$

$$+ 0,7 \cdot (\sqrt{1,2^2 + 0,9^2} - 0,1) = 3,215 \text{ м}^2. \quad (15)$$

Объем усеченного *треугольного призматического резонатора*

$$V_{\text{ус.призмы}} = \frac{b \cdot H \cdot a}{2} - \frac{a \cdot h \cdot h_1}{2} =$$

$$= \frac{1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,7}{2} - \frac{0,7 \cdot 0,1 \cdot 0,1}{2} = 0,371 \text{ м}^3. \quad (16)$$

$$Q \approx \frac{2 \cdot V}{\Delta \cdot S} \approx \frac{2 \cdot 0,371}{1,72 \cdot 10^{-5} \cdot 3,215} = 13418. \quad (17)$$

С учетом вогнутой грани призматического резонатора можно считать, что объем уменьшается на 5%, ($0,353 \text{ м}^3$), а площадь поверхности увеличивается до $3,376 \text{ м}^2$, тогда собственная добротность *треугольного призматического резонатора* с вогнутой гранью составляет:

$$Q \approx \frac{2 \cdot V}{\Delta \cdot S} \approx \frac{2 \cdot 0,353}{1,72 \cdot 10^{-5} \cdot 3,376} = 12158. \quad (18)$$

Собственная добротность *треугольного призматического резонатора* около 12000, средняя напряженность электрического поля в нем $0,49 \text{ кВ/см}$.

$$E = \sqrt{\frac{3 \cdot 850 \cdot 12000}{0,27 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,353 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 2450 \cdot 10^6}} =$$

$$= 48,56 \cdot 10^3 \text{ В/м}. \quad (19)$$

Объемная плотность мощности потерь СВЧ-энергии в сырье P [9] пропорциональна квадрату напряженности электрического поля E , частоте поля f , фактору диэлектрических потерь сырья $k = 0,664 \cdot e^{0,044 \cdot W}$:

$$P = \frac{E^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot k \cdot \omega}{4 \cdot \pi} = \frac{E^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot 0,664 \cdot e^{0,044 \cdot W} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f}{4 \cdot \pi} =$$

$$\frac{E^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,664 \cdot e^{0,044 \cdot W} \cdot 2450 \cdot 10^6}{2} =$$

$$= 7199 \cdot 10^{-6} \cdot e^{0,044 \cdot W} \cdot E^2 \text{ В/м}^3. \quad (20)$$

В процессе обезвоживания хмеля плотность мощности потерь СВЧ-энергии уменьшается (рис. 2).

Эти значения совпадают с данными, приведенными Корчагиным Ю.В. [9].

Ожидаемая производительность СВЧ-установки при мощности генераторов $10,2 \text{ кВт}$, вентиляторов для охлаждения магнетронов $0,96 \text{ кВт}$, тепловой пушки 4 кВт , мотора-редуктора для привода транспортера $0,5 \text{ кВт}$ составляет $180\text{--}200 \text{ кг/ч}$. Общая мощность установки — $15,66 \text{ кВт}$, удельные энергетические затраты — $0,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}$.

Для сравнения, технические характеристики *хмеле-сушилки ХС-400*: производительность по сырому хмелю до 400 кг/ч ; площадь поверхности сушки 155 м^2 ; площадь поверхности камеры для отлежки 25 м^2 ; расход воздуха $53000 \text{ м}^3/\text{ч}$; мощность электродвигателей $37,9 \text{ кВт}$ [10].

Качество резонаторов анализируется с учетом собственной добротности, показателя, характеризующего густоту спектра колебаний в них; уровня мощности; технологичности; надежности; радиогерметичности; многомоновости.

На собственную добротность *металлодиэлектрического резонатора* влияют следующие источники потерь: диэлектрические потери в объеме хмеля, оцениваемые фактором диэлектрических потерь; потери, обусловленные рассеянием энергии в близлежащем к диэлек-

Рис. 2. Изменение плотности мощности потерь СВЧ энергии в процессе обезвоживания хмеля

Fig. 2. Change in the power density of microwave energy losses during the dehydration of hop



трическому элементу пространстве, где локализована электромагнитная энергия системы; потери, обусловленные проводимостью неферромагнитного корпуса резонатора; потери из-за рассеяния электромагнитной энергии в перфорациях на поверхности плиты и др.

Все перечисленные потери в разной степени влияют на добротность резонаторов, но, независимо от конфигураций резонаторов, диэлектрические потери хмеля основные. Излучение двояковыпуклой керамической перфорированной плиты учитывается понятием радиационной добротности. Чем больше значение собственной добротности металлодиэлектрического резонатора, тем лучше частотная избирательность.

Особенностью металлодиэлектрического резонатора сантиметрового диапазона как распределенной колебательной системы является многомодовость.

К числу других показателей качества резонаторов относятся: допустимый уровень мощности, технологичность, надежность, радиогерметичность. Поэтому в зависимости от конкретных технических и технологических требований для обоснованного выбора конструкции необходимо разрабатывать несколько рабочих камер, реализовывающих 5–10 показателей качества резонаторов. При проектировании и оптимизации конфигураций резонаторов возникают противоречия. Например, попытки обеспечить непрерывность технологического процесса и увеличить напряженность электрического поля в резонаторе приводят к ухудшению надежности работы и снижению электромагнитной безопасности и т.п.

К важным характеристикам эллиптического тороидального резонатора относится распределение электромагнитного поля различных типов колебаний. Теоретическое решение электродинамической задачи в

установках с такими резонаторами затруднено из-за наличия открытой криволинейной поверхности и необходимости учета дифракционных явлений при рассеянии волн от керамической перфорированной плиты, а также излучения электромагнитной энергии во внешнее пространство через прорезь в треугольном призматическом резонаторе с вогнутой гранью. Поэтому мы воспользовались сервером для моделирования сверхвысокочастотных трехмерных структур, позволяющим моделировать объемный резонатор и анализировать электромагнитное поле во времени и в зависимости от частоты электромагнитного излучения.

Выводы / Conclusion

Разработана конструктивно-технологическая схема хмелесушилки непрерывно-поточного действия с мало-мощными магнетронами (700–850 Вт, 2450 МГц, 12,24 см) воздушного охлаждения и с металлодиэлектрическими резонаторами нетрадиционной конфигурации.

Экономичность и производительность сушильной установки обеспечивается высоким уровнем передачи СВЧ-мощности сырью и выбором конструкции резонатора. Установлено, что собственная добротность эллиптического тороидального резонатора составляет 14600, а напряженность электрического поля в конденсаторной части — 0,82 кВ/см; для ее повышения части боковых поверхностей заменены двояковыпуклыми керамическими четырехгранными плитами. Собственная добротность треугольного призматического резонатора находится в пределах 9000–12000 в зависимости от степени вогнутости верхней грани. При производительности хмелесушилки непрерывно-поточного действия 180–200 кг/ч, мощности 15,66 кВт, удельные энергетические затраты составят 0,1 кВт·ч/кг.

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. Страны-по-производству-хмеля. Режим доступа: <https://znaharb.ru/vyrashchivayut-khmel-rossii> [Дата обращения 5.03.2022].
2. Распоряжение № 738-р об утверждении Концепции развития хмелеводства в Чувашской Республике на 2020–2025 годы. Режим доступа: km.cap.ru/doc/laws/2020/08/20/disposal-738-r.
3. Майоров К.П., Зайцев П.В. А.С. № 1220605 (СССР). 1986.
4. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. М.: *Агропромиздат*. 1985. 336 с.
5. Геворкян В., Кочемасов В. Объемные диэлектрические резонаторы—основные типы, характеристики, производители. *Электроника*. 2018; 4 (00154): 62–76.
6. Дробахин О.О. Резонансные свойства аксиально-симметричных микроволновых резонаторов с коническими элементами. *Радиофизика радиоастрономия*. 2009; 14 (14): 433–441.
7. Рогов И.А., Адаменко В.Я. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов. М.: *Легкая и пищевая промышленность*. 1981. 288 с.
8. Пчельников Ю.Н. Электроника сверхвысоких частот. М.: *Радио и связь*. 1981. 96 с.
9. Корчагин Ю.В.; Патент РФ № ; 2021.
10. Копусов В.Н. К вопросу создания многомагнетронного оборудования для современных технологий. *СВЧ техника и телекоммуникационные технологии*. Севастополь: *Вебер*. 2019. 652–653.

REFERENCES

1. Hop-producing countries. Available from: <https://znaharb.ru/vyrashchivayut-khmel-rossii> [Accessed March 5, 2022] (in Russian).].
2. Order No. 738-r on approval of the Concept of hop growing development in the Chuvash Republic for 2020–2025. Available from: km.cap.ru/doc/laws/2020/08/20/disposal-738-r. [Accessed March 5, 2022] (in Russian).
3. Mayorov K.P., Zaitsev P.V. A.S. N 1220605 (USSR). 1986. (in Russian).
4. Ginzburg A.S. Calculation and design of drying plants of the food industry. M.: *Agropromizdat*. 1985. 336 p. (in Russian)
5. Gevorkyan V., Kochemasov V. Volumetric dielectric resonators-main types, characteristics, manufacturers. *Electronics*. 2018; 4 (00154): 62–76 (in Russian)
6. Drobakhin O. The resonance properties of the axially symmetric microwave resonator-tori with conical elements. *Radiophysics radio astronomy*. 2009; 14 (14): 433–441 (in Russian).
7. Rogov IA, Adamenko VJ. Electrophysical, optical, and acoustic characteristics of food products. M.: *Light and food industry*. 1981. 288 p. (in Russian).
8. Pchel'nikov YuN. Electronics of ultrahigh frequencies. M.: *Radio and Communications*. 1981. 96 p. (in Russian)
9. Korchagin Yu.V.; Patent RF 2021. (in Russian)
10. Kopusov VN. On the issue of creating multi-magnetron equipment for modern technologies. *Microwave equipment and telecommunication technologies*. Sevastopol: *Weber*. 2019. 652–653. (in Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Марьяна Валентиновна Просвирыкова, доктор технических наук, доцент, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Тимирязевская, г. Москва, 127550, Российская Федерация

E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Наталья Геннадьевна Горячева, к.т.н., доцент кафедры Медико-биологической и экологической защиты

Академия гражданской защиты МЧС России, микрорайон Новогорск, г.о. Химки, Московская область, 141435, Российская Федерация

E-mail: goryacheva76@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4874-3922>

Владимир Федорович Сторчевой, д.т.н., Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, д. 49, ул. Тимирязевская, г. Москва, 127550, Российская Федерация

E-mail: energo-air@rgau-msha.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6929-919>

Ольга Валентиновна Михайлова, Доктор технических наук, профессор, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д. 22 А, г. Княгинино, 606340, Российская Федерация

E-mail: ds1723@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Галина Владимировна Новикова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация

E-mail: novikovagalinav@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

Николай Кириллович Кириллов, доктор ветеринарных наук, профессор, член диссертационного совета, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация

E-mail: main@academy21.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4847-9762>

ABOUT THE AUTHORS:

Mariana Valentinovna Prosviryakova, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor,

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazev street, Moscow, 127550, Russian Federation

E-mail: prosviryakova.maryana@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3258-260X>

Natalia Gennadievna Goryacheva, Ph.D., Associate Professor of the Department of Biomedical and Environmental Protection Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Novogorsk microdistrict, Khimki, Moscow region, 141435, Russian Federation

E-mail: goryacheva76@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4874-3922>

Vladimir Fedorovich Storchevov, Tech D, Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49, Timiryazev street, Moscow, 127550, Russian Federation

E-mail: energo-air@rgau-msha.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6929-919>

Olga Valentinovna Mikhailova, Tech D, Professor, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 22 A, Oktyabrskaya str., Knyaginino 606340, Russian Federation

E-mail: ds1723@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1045-2003>

Galina Vladimirovna Novikova, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Chief Scientific Associate, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation

E-mail: novikovagalinav@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9222-6450>

Nikolay Kirillovich Kirillov, Dr. Sci. (Medicine), Professor, member of the Dissertation Council, Chuvash State Agricultural University, 29, K. Marx Street, Cheboksary, 428003, Russian Federation

E-mail: main@academy21.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4847-9762>

УДК 620.98: 620.953

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121

Ю.М. Дулепова¹, ✉
Д.Е. Дулепов¹,
А.А. Александрова¹,
Г.Н. Самарин²,
С.Н. Мардарьев³

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация

² Федеральное государственное научное учреждение Федеральный Научный Агроинженерный Центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

³ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ makjul92@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
26.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121

Yuliya M. Dulepova¹, ✉
Dmitry E. Dulepov¹,
Alina A. Aleksandrova¹,
Gennady N. Samarin²,
Sergei N. Mardaryev³

¹ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Knayginino, Russian Federation

² Federal Scientific Agroengineer Center VIM, Moscow, Russian Federation

³ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ makjul92@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
26.10.2022

Новый методический подход к расчетам конструкции энергосберегающего устройства для нагрева воды, предназначенной для поения животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Разработка и использование новых средств и технологий, направленных на энергосбережение в сельском хозяйстве, была и остаётся актуальной задачей. Большую популярность приобрело использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Перспективную роль в этом направлении приобретает использование теплоты, которую выделяет крупный рогатый скот.

Методы. Предполагается, что за счет свободной теплоты, которая направлена на утилизацию из животноводческого помещения, будет происходить нагрев, для чего разработано новое устройство для нагрева воды. По результатам проведенных расчетов и наблюдений было решено, что устройство, с помощью которого предполагается нагревать воду, будет размещено в месте, где температура воздуха в животноводческом помещении достигает максимальных значений. В связи с этим возникает ряд вопросов, которые требуется решить. Один из них является важной частью проектирования нового устройства для нагрева — это расчет его конструктивных параметров.

Результаты. Нужно учесть множество факторов, которые влияют на тепловыделение коров, их питьевой режим, возможность влияния установки теплообменника на вентиляцию в помещении, его нагревательную способность. Расчёт этих пунктов даст возможность оценить в реальных условиях применение устройства для нагрева воды, работающего за счет выделения теплоты у крупного рогатого скота. Его применение позволит снизить потребление электрической энергии, которую используют на нагрев воды, предназначенной для коров.

Ключевые слова: теплота, крупный рогатый скот, устройство для нагрева воды, теплообменник, вода

Для цитирования: Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Самарин Г.Н., Мардарьев С.Н. Новый методический подход к расчетам конструкции энергосберегающего устройства для нагрева воды, предназначенной для поения животных. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 117–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121>

© Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Самарин Г.Н., Мардарьев С.Н.

New methodological approach to calculations for design of energy-saving device for heating water intended for livestock watering

ABSTRACT

Relevance. The development and use of new tools and technologies aimed at energy saving in agriculture has been and remains an urgent task. The use of non-traditional and renewable energy sources has become very popular. An advanced role in this direction is acquired by the use of heat released by cattle.

Methods. It is assumed that due to the free heat, which is directed to the disposal of the livestock premises, heating will occur, for which a new device for heating water has been developed. Based on the results of calculations and observations, it was decided that the device for water heating will be placed in the place where the air temperature in the livestock premises reaches maximum values. There are a number of issues that need to be solved. One of them is an important part of the design of a new heating device — this is the calculation of its constructive parameters.

Results. It is necessary to take into account many factors that affect the heat generation of cows, their drinking conditions, possibility of the installation of the heat exchanger to affect the ventilation in premises, its heating capacity. The calculation of these parameters will make it possible to evaluate in real conditions of use of water heating device, working due to the release of heat from cattle. Its use will reduce the consumption of electric energy, which is used to heat water intended for cows.

Key words: heat, cattle, water heating device, heat exchanger, water

For citation: Dulepova Y.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A., Samarin G.N., Mardaryev S.N. Methodical approach to calculations for design of energy-saving device for heating water intended for livestock watering. Agrarian science. 2022; 364 (11): 117–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121> (In Russian).

© Dulepova Y.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A., Samarin G.N., Mardaryev S.N.

Введение / Introduction

Повышение энергосбережения в сельском хозяйстве является важной задачей, стоящей перед людьми. Много работ посвящено этой теме, в частности использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [1–4]. Разработка и исследование новых энергосберегающих устройств в сельском хозяйстве является значимой, актуальной проблемой, в качестве одного из решений для которой рассматривается преобразование тепловой энергии, производимой крупным рогатым скотом, что является перспективным направлением для изучения. Данный вид энергии допустимо применять в качестве дополнительного источника нагрева, тем самым сокращая потребление и расходы на электрическую энергию. Рекуперация теплоты животных — достаточно узкое направление для изучения, но оно было исследовано в трудах многих ученых [5–7].

Целью настоящей работы является изучение математического подхода к расчету параметров устройства для нагрева воды, которое работает за счет теплоты, производимой крупным рогатым скотом.

Материал и методы исследования / Materials and method

В основу исследовательской работы легли данные РД-АПК 1.10.01.01-18 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота», а именно существующие нормы тепловыделения крупным рогатым скотом, которые состоят из общей теплоты и свободной теплоты.

При помощи расчетов, выполненных ранее в программе Microsoft Excel с помощью подпрограммы «Тепловой баланс помещений КРС и свинарников», разработанной Тихомировым Д.А., и проведенных наблюдений было выявлено, что количество теплоты, производимой крупным рогатым скотом, зависит от многих факторов [8, 9]: от количества поголовья, от температуры наружного воздуха, от температуры воды, которая идет на поение животных.

Использовать рассматриваемый вид энергии можно для нагрева воды. Известно, что наилучшая производительность крупного рогатого скота достигается в том случае, если животные обеспечены водой оптимальной температуры [10–12] и хорошо подготовленным кормом.

В качестве устройства, которое бы принимало теплоту животных и вместе с тем нагревало воду, предлагается использовать теплообменник [13, 14]. Он состоит из трубы, которая имеет оребрение. Предполагается, что устройство для нагрева воды разместится в верхней части животноводческого помещения рядом с естественной вентиляцией, так как проведенными наблюдениями было установлено, что в этом месте наблюдается наивысшая температура утилизируемых воздушных масс [15, 16].

При расчете конструкции энергосберегающего устройства для нагрева воды было учтено, что численность стада крупного рогатого скота может изменяться. Для каждого числа поголовья требуется определенное количество воды и, соответственно, требуется разная

электрическая мощность для её нагрева; для определения мощности необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$P = V \cdot K \cdot \Delta T, \quad (1)$$

где V — расход нагреваемой воды, м³/ч; K — количество энергии, необходимое для нагрева 1 м³ воды на 1 °С; ΔT — разница между температурой воды в начале нагрева и температурой воды, которую необходимо получить.

Поиску оптимальной температуры для поения крупного рогатого скота посвящено достаточно много исследований. Можно выделить работы И.Н. Нурминского, В.А. Радько и т.д. Проведя анализ материалов упомянутых авторов, мы выявили, что наилучшая температура для поения КРС располагается в пределах от 8 до 12 °С. При проведении расчёта по определению электрической мощности было взято среднее значение температуры, до которой необходимо нагреть воду — 10 °С. Вода, поступающая через водопровод из скважины, имеет температуру 4 °С. Мощность, необходимая для нагрева воды для разного количества поголовья КРС, рассчитанная по формуле (1), представлена в табл. 1.

Методика дальнейших расчетов сводится к определению габаритных размеров теплообменника. Согласно ей, в первую очередь необходимо выполнить расчет теплового баланса животноводческого помещения с помощью программы «Тепловой баланс помещений КРС и свинарников» [17–19].

На следующем этапе выполняются непосредственные расчеты самого устройства: длины трубы, ширины оребрения. Эти параметры зависят от количества и типа поголовья КРС.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

О том хватит, ли удаляемой теплоты из животноводческого помещения, чтобы нагревать воду через энергосберегающее устройство, судили по расчетам теплового баланса животноводческого помещения (табл. 2). ΣQ отражает количество потенциально утилизируемой теплоты.

При рассматриваемых условиях расход приточного воздуха составит $V_{\text{прит.возд}} = 46380$ м³/ч, объём воздуха в животноводческом помещении получился 11088 м³/ч. Тогда общий объём воздуха V_0 , проходящий через жи-

Таблица 1. Результаты расчетов требуемой мощности на нагрев воды для крупного рогатого скота

Table 1. Results of calculation of required power for water heating for cattle

Численность поголовья, голов	Расход воды, л/ч	Мощность, кВт
100	350	2,457
200	900	6,318
400	1800	12,636

Таблица 2. Расчёт теплового баланса животноводческого помещения на 400 голов КРС при температуре окружающего воздуха 4 °С

Table 2. Calculation of thermal balance of livestock premises per 400 heads at ambient air temperature 4 °C

T, °C	Q, кВт·ч				
	Q _{жив.}	Q _{вен.}	Q _{исп.}	Q _{огр.}	Σ Q
4	231,3	92,8	10,4	40	88,1

вотноводческое помещение в течение часа, определяется по выражению:

$$V_0 = V_{\text{помещ}} + V_{\text{прит.возд}} = 11088 + 46380 = 57468 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $V_{\text{помещ}}$ — объём воздуха в помещении, $\text{м}^3/\text{ч}$; $V_{\text{прит.возд}}$ — расход приточного воздуха в помещении, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Расчёт температуры воздуха в месте установки теплообменника показал, что свободный тепловой поток $\Sigma Q = 88,1$ кВт способен дополнительно нагреть общий объём воздуха V_0 .

При определении оптимальных габаритных размеров теплообменного устройства рассчитывается тепловой поток через цилиндрическую стенку по формуле:

$$Q = k_l \cdot \pi \cdot (T_{f2} - T_{f1}) \cdot l, \quad (2)$$

где k_l — линейный коэффициент теплопередачи через цилиндрическую стенку, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; l — длина цилиндрической стенки, м.

В этом случае линейный коэффициент теплопередачи через цилиндрическую стенку рассчитывают по формуле:

$$k_l = \frac{1}{R_{f1} + R_{f2} + R_{f3}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}, \quad (3)$$

где $R_{f1} = \frac{1}{(\alpha_1 d_1)}$ — линейное термическое сопротивление теплоотдачи от стенки к холодному теплоносителю, $(\text{м}\cdot\text{К})/\text{Вт}$;

$R_{f2} = \frac{1}{(2\lambda)} \ln \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$ — линейное термическое сопротивление теплопроводности цилиндрической стенки, $(\text{м}\cdot\text{К})/\text{Вт}$; $R_{f3} = 1/(\alpha_2 d_2)$ — линейное термическое сопротивление теплоотдачи от горячего флюида к цилиндрической стенке, $(\text{м}\cdot\text{К})/\text{Вт}$; d_1 и d_2 — внутренний и наружный диаметры цилиндрической стенки, м.

Проведем расчет для трубы водогазопроводной Ду 50. Она имеет следующие параметры: $d_1 = 0,053$ м; $d_2 = 0,06$ м.

В рассматриваемом случае горячий флюид — воздух; α_2 — коэффициент теплоотдачи воздуха, для неподвижного воздуха $\alpha_2 = 9,4$ $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$; холодный теплоноситель — вода, α_1 — коэффициент теплоотдачи металлической стенки воде, $\alpha_1 = 450$ $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$; λ — коэффициент теплопроводности стали, $\lambda = 50$ $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$.

Тогда линейный коэффициент теплопередачи через цилиндрическую стенку:

$$k_l = \frac{1}{\frac{1}{450 \cdot 0,053} + \frac{1}{2 \cdot 50} \ln \frac{0,06}{0,053} + \frac{1}{9,4 \cdot 0,06}} = \frac{1}{0,041 + 0,001 + 1,773} = 0,55 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}).$$

Тепловой поток через цилиндрическую стенку составит:

$$Q = 0,55 \cdot 3,14 \cdot (20 - 10) \cdot 1 = 17,3 \text{ Вт}.$$

Таким образом, мы получили мощность теплового потока, то есть количество тепла, которое получит вода на 1 м трубы. Из табл. 1 видно, что для стада в 400 голов КРС необходимо передать воде 12,636 кВт. Тогда длина гладкого теплообменника должна составлять:

$$L = \frac{12636}{17,3} = 730 \text{ м}.$$

Для увеличения эффективности теплообменного устройства добавляем оребрение с внешней стороны.

В таком случае в формулу для определения линейного коэффициента теплопередачи k_l добавляется φ_{op} — коэффициент оребрения:

$$\varphi_{op} = \frac{F_{op}}{F},$$

где F_{op} — площадь внешней трубы вместе с площадью оребрения; F — площадь внешней трубы без оребрения.

Тогда коэффициент оребрения:

$$\varphi_{op} = \frac{F_{op}}{F} = \frac{\pi d_2 l + 4 l h_{ребра}}{\pi d_2 l} = \frac{\pi d_2 + 4 h_{ребра}}{\pi d_2}. \quad (4)$$

Линейный коэффициент теплопередачи через цилиндрическую стенку с учётом коэффициента оребрения определяется по формуле [17, 18]:

$$k_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\varphi_{op} \alpha_2 d_2}}, \quad (5)$$

$$k_{l1} = \frac{1}{\frac{1}{450 \cdot 0,053} + \frac{1}{2 \cdot 50} \ln \frac{0,06}{0,053} + \frac{1}{2,05 \cdot 9,4 \cdot 0,06}} = 1,13 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}).$$

Тепловой поток через цилиндрическую оребренную стенку составит:

$$Q = 1,13 \cdot 3,14 \cdot (14,5 - 4) \cdot 1 = 37,25 \text{ Вт}/\text{м}.$$

Определив мощность теплового потока, то есть количество тепла, которое получит вода на 1 м трубы, и учтя, что воде необходимо передать через стенку трубы 12,636 кВт, можно рассчитать длину оребренного теплообменника (табл. 3). В этой же таблице приведены аналогичные расчеты для гладкой теплообменной трубы устройства для нагрева воды, которые проводилось аналогично, только без учета коэффициента оребрения.

Таблица 3. Результаты расчетов длины теплообменника

Table 3. Result of calculations of heat exchanger length

Параметры	Поголовье, голов		
	400	200	100
Длина оребренного теплообменника, м	340	170	66
Длина гладкого теплообменника, м	722	361	140,4

Из результатов расчетов видно, что оребрение увеличит эффективность теплообмена в 2 раза.

Выводы / Conclusion

В статье исследован математический подход по расчету параметров энергосберегающего устройства для нагрева воды, с помощью которого планируется преобразовывать теплоту КРС. Проведено сравнение протяженности установки в зависимости от наличия или отсутствия оребрения. Установлена электрическая мощность для нагрева воды, предназначенной для поения стада в 400 голов КРС, — 12,636 кВт. Предложен подход, с помощью которого предполагается использовать теплоту, производимую крупным рогатым скотом, в качестве источника для нагрева воды.

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. Велькин В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография. Екатеринбург: УрФУ. 2015. 226 с.
2. Коломиец Ю. Г. Исследование эффективности преобразования энергии солнечного излучения в низкопотенциальное тепло в различных климатических условиях: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: Объединенный институт высоких температур РАН. 2009. 174 с.
3. Маслова А. А., Жужин М. С. Математическое моделирование работы устройства для нагрева воды за счёт солнечной энергии. Оренбург: *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2019; 2 (76): 145–148
4. Тихомиров Д. А., Трунов С. С., Ершова И. Г., Уханова В. Ю., Поручиков Д. В. Установка на возобновляемых источниках энергии для поддержания параметров микроклимата сельскохозяйственных объектов. *Вестник НГИЭИ*. 2019; 8 (99): 55–65
5. Игнаткин И. Ю. Оптимизация эффективности утилизации теплоты воздушно-воздушного рекуператора. *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский Государственный Агроинженерный Университет имени В.П. Горячкина»*. 2018; 1 (83): 34–39
6. Шацкий В. П., Гулевский В. А., Спирина Н. Г. Применение теплообменников (рекуператоров) для нормализации микроклимата животноводческих помещений. *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2013; 9 (657): 64–68
7. Макарова Ю. М., Маслова А. А., Осокин В. Л. Оптимизация потребления электрической энергии сельскохозяйственными предприятиями путем внедрения новых устройств водоподготовки. Устойчивое развитие АПК регионов: ситуация и перспективы. В 2 т. *Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 2-4 июня 2015*; 172–174
8. Мохов Б. П. Использование обменной энергии в формировании теплового состояния организма крупного рогатого скота. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 2(54): 234–242.
9. Свистунов В. М., Пушняков Н. К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства. *Политехника*; 2007: 423 с.
10. Нурминский И. Н. Применение подогрева и циркуляции воды в установках для поения скота посредством автопоилок: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Улан-уде, 1975.
11. Радко В. А., Крашенникова Т. И. Влияние температуры (питьевой) воды на продуктивность животных. *Науч.-техн. бюл. по электрификации сел. хоз-ва*. 1979; 3: 19–22.
12. Симонов Г. А. Поение коров тёплой водой в зимний период повышает молочную продуктивность. *Эффективное животноводство*. 2015; 10 (119): 52–53
13. Дулепова Ю. М. Обоснование возможности применения нового энергосберегающего устройства для нагрева воды. *Вестник НГИЭИ*. 2017; 6(73): 61–68
14. Орищенко И. В. Обоснование параметров и режимов работы групповой автопоилки для крупного рогатого скота. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. *Зерноград*: 2012. 170 с.
15. Музыка А. А., Шейграцова Л. Н., Курак А. С. Оценка температурно-влажностного режима животноводческих помещений различных типовых решений в зимний период. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2020; 23-2: 162–169.
16. Путан А. А. Установка утилизации тепла с возможностью работы при низких температурах. *Вестник НГИЭИ*. 2021; 2(117): 27–40
17. Трунов С. С., Тихомиров Д. А., Баклачев Р. А., Добровольский Ю. Н. Влияние воздушных тепловых завес на энергетический баланс животноводческого помещения. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2020; 1(34): 70–79
18. Samarin G.N. Optimization of microclimate parameters inside livestock build-ings. *Advances in intelligent systems and computing*. 2019; 866: 337–345.
19. Агаханова К. М. Расчет аэрации сельскохозяйственного здания молочного производства в холодный период года. *Аграрный научный журнал*. 2020; 1: 47–49.

REFERENCES

1. Velkin V. I. Methodology for calculating complex RES systems for use at autonomous facilities: monograph. Yekaterinburg: *UrFU*. 2015. 226 p. (In Russian)
2. Kolomiets, Yu. G. Efficiency research of converting solar radiation energy into low-potential heat in various climatic conditions. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, Moscow: *Joint Institute of High Temperatures of the Russian Academy of Sciences*. 2009. 174 p. (In Russian)
3. Maslova A. A., Zhuzhin M. S. Mathematical modeling of operation of the device for water heating by solar energy. *Orenburg: Bulletin of Orenburg State Agrarian University*. 2019; 2(76): 145–148 (In Russian)
4. Tihomirov D. A., Trunov S. S., Ershova I. G., Ukhanova V. Y., Poruchikov D. V. Installation on renewable energy sources to support microclimate parameters of agricultural objects. *Bulletin NGIEI*. 2019; 8 (99): 55–65 (In Russian)
5. Ignatkin, I. Yu. Optimizing utilization efficiency of heat developed by air-to-air recuperator. *Bulletin of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin»*. 2018; 1 (83): 34–39 (In Russian)
6. Shatsky, V.P. Shatsky V.P., Gulevsky V.A., Spirina N.G. Application of heat exchangers (recuperators) for the normalization of cattle shed microclimate. *News of higher educational institutions*. 2013; 9 (657): 64–68 (In Russian)]
7. Makarova, Yu. M., Maslova A. A., Osokin V. L. Optimization of electric energy consumption by agricultural enterprises through the introduction of new water treatment devices. Sustainable development of agricultural and industrial complexes of the regions: situation and prospects. Tom 2: *Collection of scientific works on the materials of international scientific and practical conference June 2-4, 2015*. TVGSHA; 172–174 (In Russian)
8. Mokhov B.P. Usage of metabolism energy in formation of body thermal state of the cattle. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021; 2(54): 234–242.
9. Svistunov V. M., Pushnyakov N. K. Heating, ventilation and air conditioning of objects of agricultural and industrial complex and housing and communal services. *Textbook for universities. Polytechnic*. 2007. 423 p. (In Russian)
10. Nurminsky, I.N. The use of water heating and circulation in installations for livestock drinking by means of automatic watering machines: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. *Ulan-ude*, 1975 (In Russian)
11. Radko, V. A., Krashennikova T. I. Influence of temperature (drinking) water on animal productivity. *Scientific and technical bulletin by electrification of agriculture*. 1979; 3: 19–22 (In Russian)
12. Simonov G. A. Drinking cows with warm water in winter increases dairy productivity. *Effective animal husbandry*. 2015; 10 (119): 52–53 (In Russian)
13. Dulepova Yu. M. Justification of the possibility of application new the energy saving device for water heating. *Bulletin of NGIEI*. 2017; 6 (73): 61–68 (In Russian)
14. Orishchenko I.V. Justification of the parameters and modes of operation of group automatic watering machine for cattle. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. *Zernograd*: 2012. 170 p (In Russian)
15. Muzyka A. A., Sheygratsova L. N., Kurak A. S. Evaluation of the temperature and humidity regime of livestock buildings of various standard solutions in the winter period. *Actual problems of intensive development of animal husbandry*. 2020; 23-2: 162–169. (In Russian)
16. Putan A. A. Heat recuperator with the ability to work at low temperatures. *Bulletin of NGIEI*. 2021; 2(117): 27–40 (In Russian)
17. Trunov S. S., Tikhomirov D. A., Baklachev R. A., Dobrovolsky Yu. N. Influence of air heat curtains on the energy balance of livestock premises. *Innovations in agriculture*. 2020; 1(34): 70–79 (In Russian)
18. Samarin G.N. Optimization of microclimate parameters inside livestock build-ings. *Advances in intelligent systems and computing*. 2019; 866: 337–345.
19. Agakhanova K. M. Calculation of aeration of an agricultural building of dairy production in the cold season. *Agrarian scientific journal* 2020; 1: 47–49 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Юлия Михайловна Дулепова, старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская 22 А, Княгинино, Нижегородская обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: makjul92@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9428-9930>

Дмитрий Евгеньевич Дулепов, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская 22 А, Княгинино, Нижегородская обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: dulepov.86@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1044-1865>

Алина Алексеевна Александрова, старший преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация», Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская 22 А, Княгинино, Нижегородская обл., 606340, Российская Федерация
E-mail: alieksandrova_1990@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6982-7071>

Геннадий Николаевич Самарин, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, д 5, 109428, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: samaringn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

Сергей Николаевич Мардарьев, кандидат технических наук, заведующий кафедрой механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: s-mard@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7863-7245>

ABOUT THE AUTHORS:

Yulia Mikhailovna Dulepova, the senior teacher of the chair «Electrification and Automation»
Nizhny Novgorod state engineering-economic university, Oktyabrskaya 22 A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: makjul92@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9428-9930>

Dmitrij Evgenievich Dulepov, Candidate of Technical Sciences
Head of the Department «Electrification and Automation» Nizhny Novgorod state engineering-economic university, Oktyabrskaya 22 A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: dulepov.86@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1044-1865>

Alina Alexeevna Alexandrova, the senior teacher of the chair «Electrification and Automation»
Nizhny Novgorod state engineering-economic university, Oktyabrskaya 22 A, Knyaginino, Nizhny Novgorod region, 606340, Russian Federation
E-mail: alieksandrova_1990@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6982-7071>

Gennady Nikolaevich Samarin, Doctor of technical sciences, associate professor, chief researcher
Federal Scientific Agroengineer Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, 109428, Moscow, Russian Federation
E-mail: samaringn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4972-8647>

Sergey Nikolaevich Mardaryev, Candidate of Technical Sciences
Head of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production
Chuvash State Agrarian University, st. K. Marx, 29, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: s-mard@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7863-7245>

Д.Ю. Данилов¹, ✉
С.С. Казаков¹,
Е.А. Криштанов²,
Ф.Н. Фомченко³,
Н.Н. Пушкаренко⁴

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Нижний Новгород, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, Великие Луки, Псковская обл., Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ danilovdy@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.09.2022

Одобрена после рецензирования:
30.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Dmitry Y. Danilov¹, ✉
Sergej S. Kazakov¹,
Egor A. Krishtanov²,
Alexander N. Fomchenko³,
Nikolay N. Pushkarenko⁴

¹ Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation

³ Velikolukskaya State Agricultural Academy, Velikie Luki, Pskov region, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ danilovdy@mail.ru

Received by the editorial office:
15.09.2022

Accepted in revised:
30.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Разработка мобильной зерносушилки и обоснование ее конструктивно-режимных параметров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Повышение эффективности сушки зерна возможно за счет увеличения интенсивности испарения влаги из обрабатываемого материала и уменьшения затрат энергии. В связи с этим была поставлена задача исследования малогабаритной мобильной установки для сушки зерна, которая отвечала бы требованиям мелкотоварного сельскохозяйственного производства, а также задача обоснования режимов сушки.

Методы. В результате анализа априорной информации, а также с учетом соответствующих требований, были выделены факторы, наибольшим образом влияющие на процесс сушки зерна. На предложенной установке проводились лабораторные исследования сушки пшеницы сорта Московская 39. В процессе исследований осуществлялись замеры соответствующих параметров. Использовался системный подход к обобщению теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Результаты. Предложена установка для сушки зерна в условиях мелкотоварных хозяйств. В процессе сушки на данной установке обеспечивается: равномерный подвод нагретого воздуха ко всей площади слоя зерна, подвергающегося тепловой обработке; непрерывный отвод влаги, образующейся на поверхности зерна. В данной работе предложены выражения для определения мощности, требуемой для сушки зерна, и удельного расхода электроэнергии при снижении влажности зерна. Проведенные исследования позволили выявить зависимости удельного расхода электроэнергии и влагосъема от температуры и скорости движения агента сушки, экспозиции сушки. Полученные зависимости позволили установить, что данная установка имеет при оптимальной температуре агента сушки $60 \pm 2,5$ °C регулируемое в пределах $8 \pm 2,5$ Вт·ч/кг·% удельное энергопотребление и обеспечивает 5%-ный влагосъем. Разработанная установка имеет приемлемые для небольших фермерских хозяйств эксплуатационные параметры.

Ключевые слова: тепловая обработка, сушка зерна, конструктивно-технологические параметры, зерносушилка

Для цитирования: Данилов Д.Ю., Казаков С.С., Криштанов Е.А., Фомченко Ф.Н., Пушкаренко Н.Н. Разработка мобильной зерносушилки и обоснование ее конструктивно-режимных параметров. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-122-127>

© Данилов Д.Ю., Казаков С.С., Криштанов Е.А., Фомченко Ф.Н., Пушкаренко Н.Н.

Justification of the design and regime parameters of a mobile grain dryer

ABSTRACT

Relevance. Improving the efficiency of grain drying is possible by increasing the intensity of moisture evaporation from the processed material and reducing energy costs. In this regard, the task was set to study a small-sized mobile installation for drying grain, which would meet the requirements of small-scale agricultural production, as well as to substantiate drying modes.

Methods. As a result of the analysis of a priori information, as well as taking into account the relevant requirements, the factors that most affect the grain drying process were identified. At the proposed installation, laboratory studies were carried out in the drying mode of wheat of the Moskovskaya 39 variety. During the research, measurements of the corresponding parameters were carried out. A systematic approach was used to generalize the theoretical and experimental results of the study.

Results. An installation for drying grain in conditions of small-scale farms is proposed. During the drying process on this installation, the following is ensured: a uniform supply of heated air to the entire area of the grain layer undergoing heat treatment; continuous removal of moisture formed on the surface of the grain. In this paper, expressions are proposed for determining the power required for drying grain and the specific power consumption with a decrease in grain moisture. The studies carried out made it possible to identify the dependences of the specific power consumption and moisture removal on the temperature and speed of the drying agent, drying exposure. The dependences obtained made it possible to establish that this installation, at the optimum temperature of the drying agent of 60 ± 2.5 °C, is adjustable within 8 ± 2.5 W·h/kg·% specific energy consumption and provides 5% moisture removal. The developed installation has operational parameters acceptable for small farms.

Key words: thermal processing, drying of grain, constructive-technological parameters, grain drier

For citation: Danilov D.Y., Kazakov S.S., Krishtanov E.A., Fomchenko A.N., Pushkarenko N.N. Justification of the design and regime parameters of a mobile grain dryer. Agrarian science. 2022; 364 (11): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-122-127> (In Russian).

© Danilov D.Y., Kazakov S.S., Krishtanov E.A., Fomchenko A.N., Pushkarenko N.N.

Введение / Introduction

Процесс сушки зерна играет ключевую роль при подготовке его к длительному хранению. Вместе с тем сушка является самым энергозатратным мероприятием. Ее доля нередко составляет около 75% от всех затрат, связанных с доведением обрабатываемой зерновой массы до требуемой кондиции (по влажности и засоренности) [1]. Основным сегмент использования мобильных зерносушилок — это фермерские хозяйства и другие организации АПК с мелкотоварным (до 1000 т зерна) и среднетоварным (до 3000 т зерна) производством [2]. В настоящее время таким хозяйствам становится все более выгодным приобретение собственных мобильных зерносушилок. Однако их широкое распространение сдерживается отсутствием обоснования оптимальных конструктивных и режимных параметров [3].

Отсутствие малогабаритной, универсальной и высокоэффективной (лишенной отмеченных недостатков) техники для тепловой обработки небольших объемов зерна сдерживает развитие небольших фермерских хозяйств, кооперативов и мелких перерабатывающих предприятий [4].

Приоритетным направлением повышения эффективности сушки зерна [5] является поиск путей увеличения интенсивности испарения влаги из обрабатываемого материала и уменьшения затрат энергии. Конструкция зерносушилок должна обеспечивать равномерный нагрев и сушку зерна при надежном контроле температуры и влажности зерна во время сушки [6, 7, 8]. Зерносушилка должна обеспечивать баланс между качеством и экономической выгодой сушки [9].

Целью настоящей работы является разработка устройства для сушки зерна. В связи с этим была поставлена задача исследования малогабаритной мобильной установки для сушки зерна, которая отвечала бы требованиям мелкотоварного сельскохозяйственного производства, а также задача обоснования режимов сушки.

Материал и методы исследования / Materials and method

В результате анализа априорной информации, а также с учетом соответствующих требований, были выделены факторы, наибольшим образом влияющие на процесс сушки зерна. На предложенной установке проводились лабораторные исследования сушки пшеницы сорта Московская 39. В процессе исследований осуществлялись замеры соответствующих параметров. Использовался системный подход к обобщению теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Общий вид устройства для сушки зерна представлен на рис. 1.

На рис. 2 показана схема устройства, детально показывающая его конструкцию.

Устройство включает: загрузочный бункер 7, теплогенератор 3, воздухопровод 5 с кассетой, устройство разгрузки 9, вентилятор 2, щит управления режимами сушки, оснащенный электросчетчиком, вольтметром, амперметром и ваттметром.

В теплогенераторе равномерно по окружности параметров размещаются 36 трубчатых электронагревателей (ТЭН). Максимальная потребляемая мощность теплогенератора — 16,2 кВт. В воздуховоде установлена

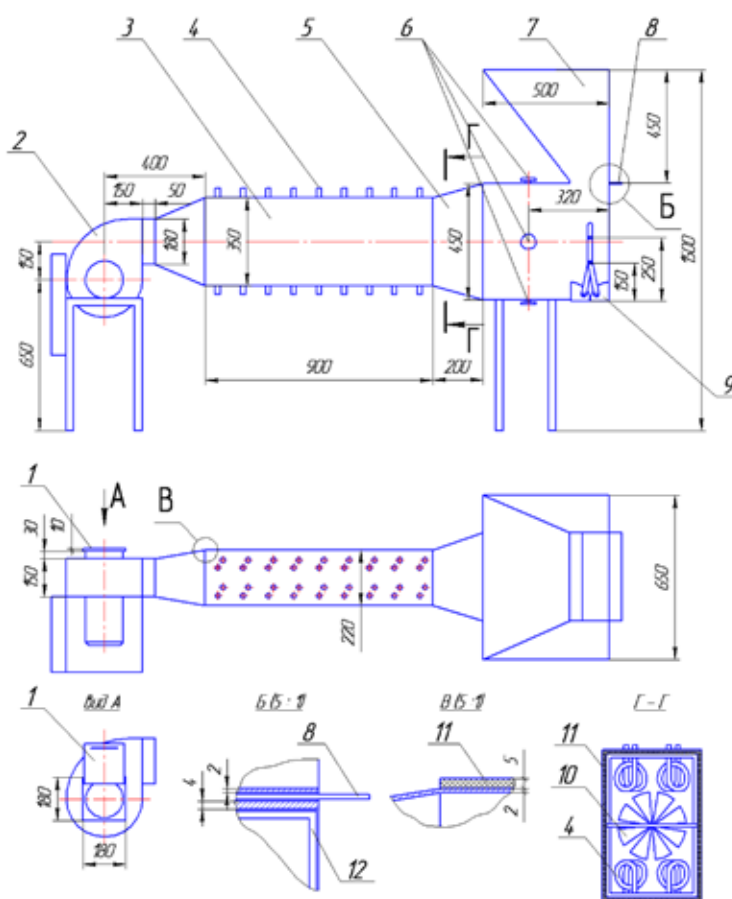
Рис. 1. Общий вид устройства для сушки зерна

Fig. 1. General view of the device for grain drying



Рис. 2. Схема устройства для сушки зерна

Fig. 2. Scheme of the device for grain drying



кассета, заполняемая зерном, толщина слоя теплоты составляет 150 мм и может варьироваться путем установки в кассете дополнительных перегородок. Перед кассетой и после установлены датчики 6 для контроля температуры сушильного агента, которая зависит от количества включенных ТЭН. Для обеспечения постоянного равномерного нагрева всей площади слоя зерна, а также для непрерывного отвода влаги с поверхности зерна, установлен турбулизатор 10.

Рабочий процесс устройства заключается в следующем. Устанавливается кассета в воздуховод. Отмеряется порция зерна, равная объему кассеты, взвешивается и засыпается в загрузочный бункер. Выдвигается заслонка 8 и кассета заполняется зерном. Открывается заслонка вентилятора 1. Электронагреватели и вентилятор включаются под напряжение, для чего используется щит управления. Воздух, нагнетаемый вентилятором, нагревается, турбулизуется и проходит через слой зерна в кассете. Объем подаваемого воздуха регулируется изменением частоты вращения вентилятора. Зерно в результате контакта с теплым воздухом нагревается и теряет излишки влаги. По окончании сушки обработанное зерно через разгрузочное устройство самотеком высыпается из кассеты, после чего взвешивается. В процессе работы устройства отслеживается время сушки, замеряется мощность, потребляемая электронагревателями теплогенератора и вентилятором, скорость агента сушки на выходе из кассеты, а также контролируется влажность зерна перед сушкой и после ее окончания. Устройство позволяет производить сушку зерна и в подвижном слое. Для этого необходимо открыть заслонку 8 и приоткрыть створки разгрузочного устройства. В этом случае в процессе сушки производятся те же замеры, а также время истечения зерна из кассеты.

Установившийся режим сушки зерна характеризуется тепловым балансом, то есть равенством между количеством теплоты, поступившим в устройство, и количеством теплоты, вышедшим из него.

Общий поток влаги внутри зерна, кг/(м²·с):

$$j = a_m \rho_0 \nabla u - a_m^T \rho_0 \nabla t - k_p \nabla p, \quad (1)$$

где a_T — коэффициент диффузии влаги, м²/с; ρ_0 — плотность абсолютно сухого зерна, кг/м³; ∇u — градиент влагосодержания, кг/(кг_{сух.в-ва}·м); a_m^T — коэффициент термодиффузии, м²/(°C·с); ∇t — градиент температуры, °C/м; k_p — коэффициент молярного переноса пара, кг/(м·с·Па); ∇p — градиент давления, Па/м.

Из выражения (1) видно, что процесс перемещения влаги внутри зерна обусловлен действием градиентов влагосодержания, температуры и давления.

Процесс сушки зерна на данном устройстве основан на конвективном способе подвода теплоты к поверхности зерна, поэтому для определения количества подведенной теплоты (Дж/(м²·с)) справедливо выражение:

$$q_{\text{подв}} = \alpha_{\text{конв}} (t_B - t_3), \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{конв}}$ — коэффициент теплообмена между воздухом и зерном, Дж/(м²·с·°C); t_B — температура воздуха, °C; t_3 — температура зерна, °C.

Количество теплоты, затрачиваемой на тепловую обработку единицы поверхности зерна, Дж/(м²·с):

$$q_{\text{затр}} = q_{\text{нагр}} + q_{\text{исп}}, \quad (3)$$

где $q_{\text{нагр}}$ — количество теплоты, затрачиваемой на нагрев единицы поверхности зерна, Дж/(м²·с); $q_{\text{исп}}$ — количество теплоты, затрачиваемой на испарение влаги с единицы поверхности зерна, Дж/(м²·с).

$$q_{\text{нагр}} = c \rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau}, \quad (4)$$

где c — удельная теплоемкость зерна, Дж/(кг·°C); R_v — отношение объема абсолютно сухого зерна к площади поверхности влажного зерна, τ — время сушки, с.

$$q_{\text{исп}} = r \cdot j, \quad (5)$$

где r — удельная теплота парообразования, Дж/кг.

Подставим выражения (4) и (5) в выражение (3). С учетом выражения (1) получим:

$$q_{\text{затр}} = c \rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau} + r(a_m \rho_0 \nabla u - a_m^T \rho_0 \nabla t - k_p \nabla p) \quad (6)$$

Таким образом, основное уравнение тепловлагообмена для сушки зерна в предложенном устройстве примет вид:

$$\lambda_{\text{э}} \frac{t_{\text{гр.ср}} - t_3}{h_k} + \alpha_{\text{конв}} (t_B - t_3) - c \rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau} - r(a_m \rho_0 \nabla u - a_m^T \rho_0 \nabla t - k_p \nabla p) = 0. \quad (7)$$

Найдем выражение для определения подачи вентилятора. Для обеспечения эффективной работы устройства необходимо, чтобы обеспечивался постоянный подвод к слою зерна сухого нагретого воздуха и отвод влажного, причем для установившегося режима сушки характерно равенство количества влаги, поступившей с зерном и нагретым воздухом, количеству влаги, удаляемой из устройства. Баланс влаги в устройстве можно записать следующим образом:

$$G_1 \frac{\omega_1}{100} + L_m \frac{d_1}{1000} = G_2 \frac{\omega_2}{100} + L_m \frac{d_2}{1000}, \quad (8)$$

где G_1 и G_2 — подача зерна в устройство и выход просушенного зерна, кг/с; ω_1 и ω_2 — влажность зерна до и после сушки, %; L_m — массовая подача вентилятора, кг/с; d_1 и d_2 — содержание влаги в воздухе на входе и при выходе из устройства, г/кг.

Преобразуем данное выражение:

$$G_1 \frac{\omega_1}{100} - G_2 \frac{\omega_2}{100} = L_m \frac{d_2 - d_1}{1000} = W \quad (9)$$

где W — массовый расход испарившейся влаги, кг/с.

Выразим необходимую массовую подачу вентилятора:

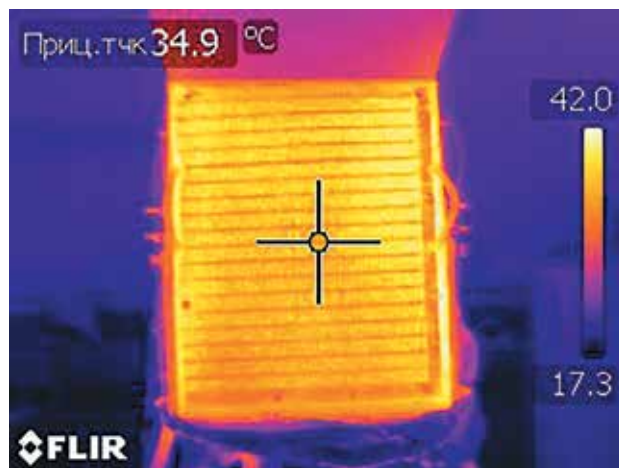
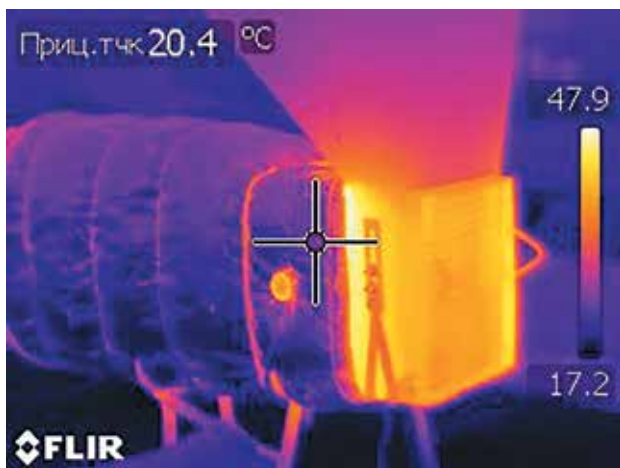
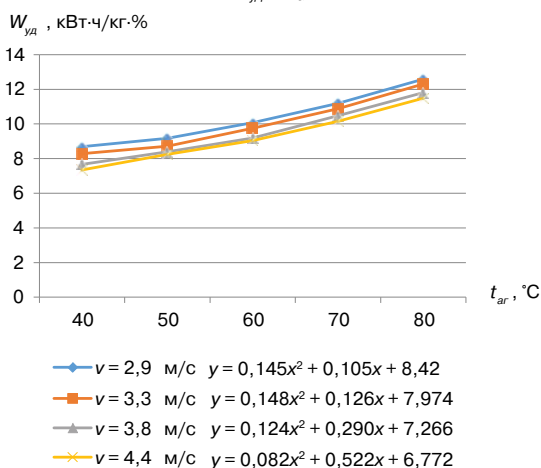
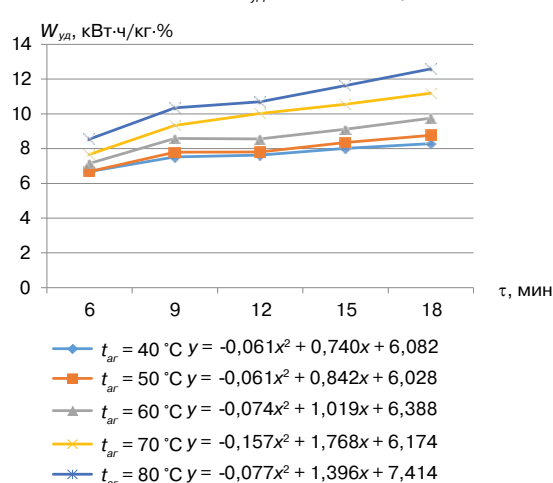
$$L_m = \frac{1000W}{d_2 - d_1}. \quad (10)$$

Подача вентилятора, м³/с:

$$L = \frac{L_m}{\rho}, \quad (11)$$

где ρ — плотность наружного воздуха, кг/м³. С учетом выражения (10), получим:

$$L_m = \frac{1000W}{\rho(d_2 - d_1)}. \quad (12)$$

Рис. 3. Температурные поля конструктивных элементов устройства в процессе сушки зерна (устройство теплоизолировано)**Fig. 3.** Temperature fields of structural elements of the device in the process of grain drying (the device is thermally insulated)**Рис. 4.** Зависимость $W_{уд}$ от $t_{ар}$ при различной v и $\tau = 18$ мин**Fig. 4.** The dependence of $W_{уд}$ on $t_{ар}$ at different v and $\tau = 18$ min**Рис. 5.** Зависимость $W_{уд}$ от τ при различной $t_{ар}$ и $v = 2,9$ м/с**Fig. 5.** The dependence of $W_{уд}$ on τ at different $t_{ар}$ and $v = 2,9$ м/с

Производительность сушилки зависит от объемов и интенсивности поступления влажного зерна, требуемого влагосъема и других факторов [10, 11]. Действительную пропускную способность предложенного устройства можно представить в виде:

$$Q = \frac{M_3}{(\tau_c + \tau_3 + \tau_b)}. \quad (13)$$

где M_3 — масса зерна, τ_c , τ_3 , τ_b — соответственно время сушки, загрузки и выгрузки.

Мощность, требуемая для процесса сушки зерна в устройстве, складывается из мощности, потребляемой вентилятором и электронагревателями, Вт:

$$N = N_B + N_3 \quad (14)$$

Мощность, потребляемая вентилятором, Вт:

$$N_B = \frac{L H}{\eta_r \eta_m \eta_n} \quad (15)$$

L_B — подача вентилятора, м³/с; H — напор, создаваемый вентилятором, Па; ρ — плотность воздуха, кг/м³; η_r , η_m , η_n — соответственно аэродинамический, механический КПД вентилятора и КПД привода вентилятора.

Мощность, потребляемая электронагревателями, Вт

$$N_{3к} = k_3 \frac{c_B \rho L_B (t_{БВЛX} - t_{БХ})}{\eta}, \quad (16)$$

где k_3 — коэффициент, учитывающий потери из-за колебания напряжения в сети; c_B — удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C); ρ — плотность воздуха, кг/м³; L_B — подача вентилятора, м³/с; $t_{БХ}$, $t_{БВЛX}$ — температура воздуха на входе и на выходе из теплогенератора, °C; η — КПД теплогенератора [12].

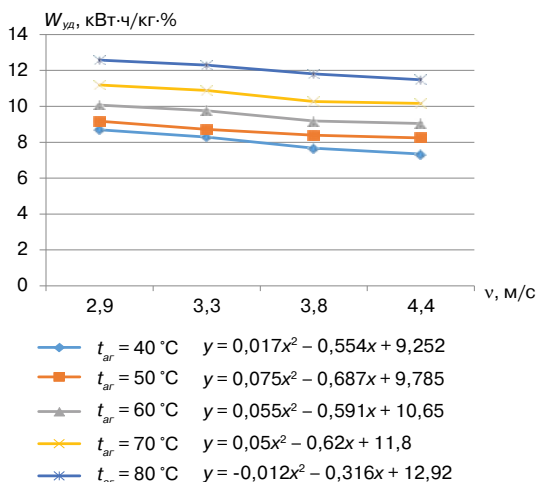
Подставляя (15) и (16) в (14), получим:

$$N = \frac{L H}{\eta_r \eta_m \eta_n} + k_3 \frac{c_B \rho L_B (t_{БВЛX} - t_{БХ})}{\eta}. \quad (17)$$

В результате анализа априорной информации, а также с учетом соответствующих требований, были выделены следующие факторы, наибольшим образом влияющие на процесс сушки: температура и скорость агента сушки, а также время сушки. В качестве параметра оптимизации были приняты удельные затраты электроэнергии при снижении влажности на 1% в расчете на 1 кг зерна, Вт·ч/кг. В процессе исследований осуществлялись замеры: экспозиции сушки; влажности зерна до и после сушки; количества потребленной электроэнергии; скорости движения, начальной и конечной температуры агента сушки. Также определялась температура

Рис. 6. Зависимость $W_{уд}$ от v при различной $t_{ар}$ и $\tau = 18$ мин

Fig. 6. The dependence of $W_{уд}$ on v at different $t_{ар}$ and $\tau = 18$ min



конструкционных элементов устройства с помощью тепловизора Flir T335.

Проведенные исследования позволили выявить зависимости (рис. 4–8) удельного расхода электроэнергии ($W_{уд}$) и влагосъема ($\Delta\omega$) от температуры ($t_{ар}$) и скорости (v) движения агента сушки, экспозиции сушки (τ).

Зависимость влагосъема $\Delta\omega$ от температуры сушильного агента $t_{ар}$ при различной скорости воздуха v и времени сушки $\tau = 18$ мин.

Выводы / Conclusion

Разработано устройство для сушки зерна. Проведены лабораторные исследования на данном устройстве в результате которых получены зависимости, позволившие установить, что данное устройство имеет при оптимальной температуре агента сушки $60 \pm 2,5\text{ °C}$ регулируемое в пределах $8 \pm 2,5\text{ Вт} \cdot \text{ч/кг} \cdot \%$ удельное энергопотребление и обеспечивает 5%-ный влагосъем. Разработанное устройство имеет приемлемые для небольших фермерских хозяйств эксплуатационные параметры.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Керимов М.А. Многокритериальная оценка качества функционирования зерносушилок различных типов. В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении. Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2019: 310-315.
2. Жанахов А.С. Преимущества мобильных зерносушилок. В сборнике: Методы механики в решении инженерных задач. Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2018: 25-28.
3. Зазуля А.Н., Игонин В.Н., Сотников М.В., Молочников Д.Е., Яковлев С.А., Халимов Р.Ш. К вопросу обоснования оптимальных параметров работы мобильной зерносушилки. Наука в центральной России. 2018; 5(35): 6-11.
4. Оболенский Н. В. Малогабаритная зерносушилка для фермерских хозяйств. Механизация и Электрификация сельского хозяйства. 2011; 10: 26, 27.
5. Анискин В. И. Технологические основы оценки работы зерносушильных установок М.: ВИМ. 2003: 167 с.
6. Манжосов В.И. Технология хранения растениеводческой продукции М.: КолосС. 2005: 392 с.

Рис. 7. Зависимость $\Delta\omega$ от $t_{ар}$ при различной v и $\tau = 18$ мин

Fig. 7. The dependence of $\Delta\omega$ on $t_{ар}$ at different v and $\tau = 18$ min

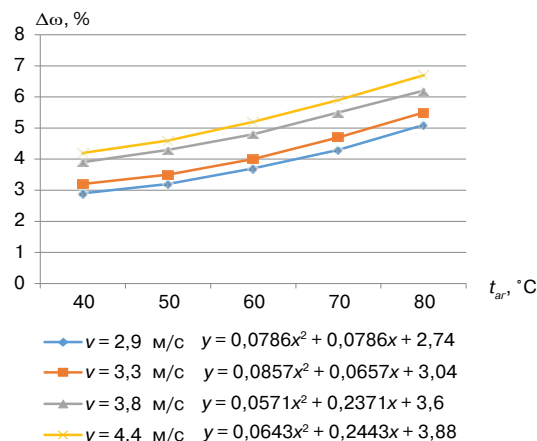
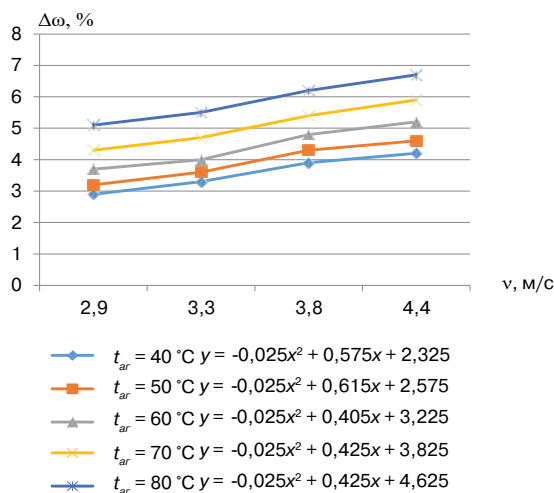


Рис. 8. Зависимость $\Delta\omega$ от v при различной $t_{ар}$ и $\tau = 18$ мин

Fig. 8. The dependence of $\Delta\omega$ on v at different $t_{ар}$ and $\tau = 18$ min



All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

1. Kerimov M.A. Multi-criteria assessment of the quality of functioning of grain dryers of various types. In the collection: System analysis in design and management. collection of scientific papers of the XXIII International Scientific and Practical Conference. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. 2019: 310-315. (In Russian)
2. Zhanahov A.S. Advantages of mobile grain dryers. In the collection: Methods of mechanics in solving engineering problems. Collection of articles based on the materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of S.F. Sukhanova. 2018: 25-28. (In Russian)
3. Zazulya A.N., Igonin V.N., Sotnikov M.V., Molochnikov D.E., Yakovlev S.A., Halimov R.SH. On the issue of substantiating the optimal parameters of the mobile grain dryer. Nauka v central'noy Rossii. 2018; 5(35): 6-11. (In Russian)
4. Obolensky N.V. Small -sized grain dryer for farms. Mekhanizatsiya i Elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. 2011; 10: 26, 27 (In Russian)
5. Aniskin V.I. Technological bases for evaluating the operation of grain drying plants M.: VIM. 2003: 167 p. (In Russian)
6. Manzhosov V.I. Technology of storage of crop products M.: KolosS 2005: 392 p. (In Russian)

7. Вобликов Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна. Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2003: 231 с.

8. Зимин И.Б. Инновационные направления в развитии зерносушильной техники для фермерских хозяйств. В сборнике: *Научное обеспечение инновационного развития АПК материалы международной научно-практической конференции. Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. Великие Луки.* 2020: 160-175.

9. Лютых О. Дело техники: сушка зерна. *АгроФорум.* 2020; 5: 58-65.

10. Кожухов В.А., Михеева Н.Б., Ушкалов В.Ю. Энергоэффективная зерносушилка для фермерского хозяйства. В сборнике: *Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы IX международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Трушкина В.А.* 2018: 74-76.

11. Панов М.В., Ступаков И.О. Применение мобильных малогабаритных зерносушилок для зерна пшеницы. *Молодежь и наука.* 2018; 1: 42-49.

12. Оболенский Н. В. Электронагрев в сельскохозяйственных обрабатывающих и перерабатывающих производствах. Н. Новгород: НГСХИ. 2007: 350 с.

7. Voblikov E.M. Post-harvest processing and grain storage. Rostov-na-donu. Izdatelskij centr «MarT» 2003: 231p. (In Russian)

8. Zimin I.B. Innovative directions in the development of grain drying equipment for farms. In the collection: *Scientific support for the innovative development of the agro-industrial complex materials of the international scientific and practical conference. Velikiye Luki State Agricultural Academy. Velikie Luki.* 2020: 160-175 (In Russian)

9. Lyutyh O. A matter of technique: drying grain. *Agroforum.* 2020; 5: 58-65. (In Russian)

10. Kozhuhov V.A., Miheeva N.B., Ushkalov V.YU. Energy-efficient grain dryer for farming. In the collection: *Actual problems of agricultural energy. Materials of the IX International Scientific and practical conference. Under the general ed. Trushkina V.A.* 2018: 74-76. (In Russian)

11. Panov M.V., Stupakov I.O. The use of mobile small-sized grain dryers for wheat grain. *Molodezh' i nauka.* 2018; 1: 42-49. (In Russian)

12. Obolensky N.V. Electric heating in agricultural manufacturing and processing industries. N. Novgorod NGSII. 2007. 350 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Юрьевич Данилов, кандидат технических наук, доцент

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
22, ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область,
606340, Российская Федерация
E-mail: danilovdy@mail.ru

Сергей Сергеевич Казаков, кандидат технических наук, доцент
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
22, ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область,
606340, Российская Федерация
E-mail: kazakoff.85@mail.ru

Криштанов Егор Александрович, кандидат технических наук, доцент
Заместитель декана по учебно-воспитательной работе Инженерно-технологического факультета
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
2, Петербургское шоссе, г. Пушкин, г. Санкт-Петербург, 196601, Российская Федерация
E-mail: dekanazam@mail.ru

Александр Николаевич Фомченко, кандидат технических наук, доцент
Великолукская государственная сельскохозяйственная академия,
2, пр-т. Ленина, г. Великие Луки, Псковская обл., 182112, Российская Федерация
E-mail: fomch@mail.ru

Николай Николаевич Пушкаренко, кандидат технических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет,
29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: stl_mstu@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Dmitrij Yur'evich Danilov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Nizhny Novgorod State of Engineering and Economic University,
22, st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region,
606340, Russian Federation
E-mail: danilovdy@mail.ru

Sergej Sergeevich Kazakov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Nizhny Novgorod State of Engineering and Economic University,
22, st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region,
606340, Russian Federation
E-mail: kazakoff.85@mail.ru

Egor Aleksandrovich Krishtanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Deputy Dean for Teaching and Educational Work, Faculty of Engineering and Technology
St. Petersburg State Agrarian University,
2, Petersburg Highway, Pushkin, St. Petersburg, 196601, Russian Federation
E-mail: dekanazam@mail.ru

Aleksandr Nikolaevich Fomchenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
State Agricultural Academy of Velikie Luki,
2, Ave. Lenin, Velikiye Luki, Pskov region, 182112, Russian Federation
e-mail: fomch@mail.ru

Nikolaj Nikolaevich Pushkarenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University,
29, st. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: stl_mstu@mail.ru

И.А. Баранова¹,
С.Д. Батанов¹,
О.С. Старостина¹,
М.М. Лекомцев²,
С.И. Дьякин³,
В.Г. Семенов⁴ ✉

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация

² ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович, д. Митино, Удмуртская Республика, Российская Федерация

³ ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, Ижевск, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ semenov_vg@edu.academy21.ru

Поступила в редакцию:
07.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
26.10.2022

Irina A. Baranova¹,
Stepan D. Batanov¹,
Iga S. Starostina¹,
Maxim M. Lecomcev²,
Sergey I. Dyakin³,
Vladimir G. Semenov⁴ ✉

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation

² IP KFH Lekomtsev Maksim Mihailovich, Mitino village, Udmurt Republic, Russian Federation

³ IP KFH Lekomtseva Alexandra Alexandrovna, Izhevsk, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ semenov_vg@edu.academy21.ru

Received by the editorial office:
07.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
26.10.2022

Использование мобильных систем с разным программным обеспечением при определении параметров телосложения животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время бесконтактные дистанционные измерения параметров экстерьеря животных представляют значительный интерес для селекции и изучения генетики крупного рогатого скота. Они позволяют снизить риск опасной реакции животных на стресс и существенно сократить время получения промеров. Мы предлагаем способ получения информации о размерах животного в режиме реального времени путем получения изображения с применением сенсора глубины Structure Sensor 3D.

Методы. Научные экспериментальные исследования проводились в 2018–2022 гг. на коровах черно-пестрой породы в племенных предприятиях Удмуртской Республики (Российская Федерация). Объем выборочной совокупности животных составил около 2000 коров. Животные оценивались в период с 90-го по 150-й день лактации. Нами были выбраны следующие промеры: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, прямая длина тазобедренной области, прямая длина туловища, обхват пясти, длина крестца, глубина в пояснице, ширина в седалищных буграх. Указанные параметры наиболее точно характеризуют габариты (каркас) и тазобедренную область животного.

Результаты. Анализ полученных результатов свидетельствует об обоснованности использования сенсора глубины Structure Sensor 3D, в качестве приоритетного способа получения промеров животных. Сравнительный анализ бесконтактных способов получения промеров коров показывает, что за примерно одинаковое время можно получить числовые значения до 10 параметров экстерьеря. Калибровка производится легко и быстро в течение 10–15 минут. Применение сенсора глубины Structure Sensor 3D исключает неточности построения силуэта, возникающие из-за непрерывного движения животных, и не требует создания новой методики получения промеров тела для животных, отличающихся по возрасту, размерам и живой массе. С помощью Structure Sensor 3D удалось, не вызывая стресса у животных, получить были получены промеры с точностью до 1 мм.

Ключевые слова: экстерьер животных, обработка изображений, Structure Sensor 3D, коровы

Для цитирования: Баранова И.А., Батанов С.Д., Старостина О.С., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Использование мобильных систем с разным программным обеспечением при определении параметров телосложения животных. 2022; 364 (11): 128–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-128-132>

© Баранова И.А., Батанов С.Д., Старостина О.С., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г.

Application of mobile systems with various software products to measuring animal exterior parameters

ABSTRACT

Relevance. Currently, contactless remote measurements of the parameters of the exterior of animals are of considerable interest in the field of breeding and genetics of cattle. They can reduce the risk of dangerous reactions of animals to stress and significantly reduce the time needed to get measurements. We offer a way to obtain information about the size of an animal in real time by obtaining an image using the Structure Sensor 3D depth sensor.

Methods. Scientific experimental studies were conducted in 2018–2022 on Black-and-White cows in breeding enterprises of the Udmurt Republic (Russian Federation). The volume of the sample population of animals was about 2000 cows. The animals were evaluated from the 90th to the 150th day of lactation. We have selected the following measurements: height at the withers, chest depth, chest width, hips width, straight length of the hip area, straight length of the trunk, circumference of the cannon bone, length of the rump bone, depth in the lower back, width. These parameters most accurately characterize the dimensions (frame) and hip area of the animal.

Results. The analysis of the obtained results indicates the validity of using the Structure Sensor 3D depth sensor as a priority method for obtaining animal measurements. A comparative analysis of contactless methods for obtaining measurements of cows shows that in approximately the same time, it is possible to obtain numerical values of up to 10 exterior parameters. Calibration is performed easily and quickly within 10–15 minutes. The use of the Structure Sensor 3D depth sensor eliminates inaccuracies of obtaining a silhouette, that arise due to the continuous movement of animals, and does not require the creation of a new technique for obtaining measurements of the body of animals that differ in age, size and live weight. Using Structure Sensor 3D, examples were obtained with an accuracy of 1 mm without causing stress in animals.

Key words: animal exterior, imaging, Structure Sensor 3D, Cows

For citation: Baranova I.A., Batanov S.D., Starostina O.S., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Application of mobile systems with various software products to measuring animal exterior parameters. 2022; 364 (11): 128–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-128-132>

© Baranova I.A., Batanov S.D., Starostina O.S., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G.

Введение / Introduction

В настоящее время бесконтактные дистанционные измерения параметров экстерьера животных представляют значительный интерес для селекции и изучения генетики крупного рогатого скота [1, 2]. Они позволяют снизить риск опасной реакции животных на стресс и существенно сократить время получения промеров. В современных исследованиях приведены разные технологии бесконтактных измерений телосложения животных [3].

Например, в статье [4] авторы применяют технологию LiDAR для построения трехмерной модели животных. В их экспериментах используются три головы крупного рогатого скота для определения пяти промеров тела — высота в холке, глубина груди, косая длина туловища, высота в пояснице, высота в крестце.

На трех животных приводят апробацию разработанного алгоритма обработки трехмерного облака точек для дальнейшей реконструкции поверхности тела.

Однако авторы в выводах по применению предложенного алгоритма расчета трехмерной модели заявляют, что из-за различий в размерах крупного рогатого скота (от телят до взрослых особей) необходимо создавать разные системы измерения их промеров [5, 6, 7].

Это высказывание позволяет утверждать, что для других пород и разных возрастных групп крупного рогатого скота, а также для более широкого спектра промеров тела, требуется разработать другой алгоритм обработки трехмерного изображения животного, который, возможно, будет аналогичен представленному способу, а возможно, и существенно отличаться [8, 9].

Указано, что для получения силуэта коровы и измерения параметров тела требуется около 5 минут времени [10]. Однако предложенный алгоритм ставит два основных вопроса: как найти общее решение для фильтрации, чтобы получить четкий и полный контур крупного рогатого скота, и как откалибровать датчик LiDAR для получения точных данных измерений.

Также для проведения эксперимента требуется наличие датчика 3D LiDAR IFM O3D303, портативного компьютера и технических средств в виде среды программирования на языке C++/C# в Visual Studio с библиотекой Point Cloud Library (PCL), что не всегда предполагает получение результата в виде промеров тела на месте проведения эксперимента.

Мы предлагаем решение данных проблем путем получения изображения с применением сенсора глубины Structure Sensor 3D, который позволяет получать информацию о размерах животного в режиме реального времени.

В некоторых работах исследователей [11, 12, 13] приведена информация о бесконтактном способе получения размеров. Применение сенсора глубины используется для реконструкции помещений, но не живых объектов и не в условиях производства.

Таким образом, применяемый способ получения изображения для неживых объектов невозможно адаптировать к исследованию промеров тела животных.

Следовательно, целью наших исследований является разработка приемов бесконтактного метода исследования экстерьерных особенностей и параметров телосложения животных в условиях производства.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научные экспериментальные исследования проводились в 2018–2022 г. на коровах черно-пестрой породы в племенных предприятиях Удмуртской Республики (Российская Федерация). Объем выборочной совокупности животных составил около 2000 коров. Животные оценивались в период с 90-го по 150-й день лактации. Нами были выбраны следующие промеры: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, прямая длина тазобедренной области, прямая длина туловища, обхват пасты, длина крестца, глубина в пояснице, ширина в седалищных буграх. Указанные параметры наиболее точно характеризуют габариты (каркас) и тазобедренную область животного.

Экстерьерные параметры были получены тремя способами. Первый способ заключается в контактном измерении. В этом случае замеры проводились с помощью измерительных инструментов (мерная лента, мерная палка, мерный циркуль).

Второй способ заключается в определении промеров статей коров по их изображениям, полученным путем фотографии.

Определение промеров статей коров по фотографиям было выполнено с помощью введения в кадр персептометра, размеры которого заведомо известны. В качестве персептометра была применена метровая линейка. Изображение получено на цифровом фотоаппарате с высокой разрешающей способностью матрицы, установленном на штативе, с использованием сетки фокусировочного экрана. Указанная функция позволяет выровнять получаемое изображение относительно экрана фотоаппарата. Так были получены три проекции животного: вид сбоку, сзади и спереди [7]. При снятии первой проекции животное располагалось параллельно экрану фотоаппарата, в двух других случаях — перпендикулярно.

Рис. 1. Схема снятия промеров по изображениям животных: 1 — персептометр; 2 — обхват пасты; 3 — высота в холке; 4 — прямая длина туловища; 5 — глубина груди

Fig. 1. Diagram of taking measurements from animal images: 1 — persepctometer; 2 — the circumference of the cannon bone; 3 — the height at the withers; 4 — the straight length of the trunk; 5 — the depth of the chest

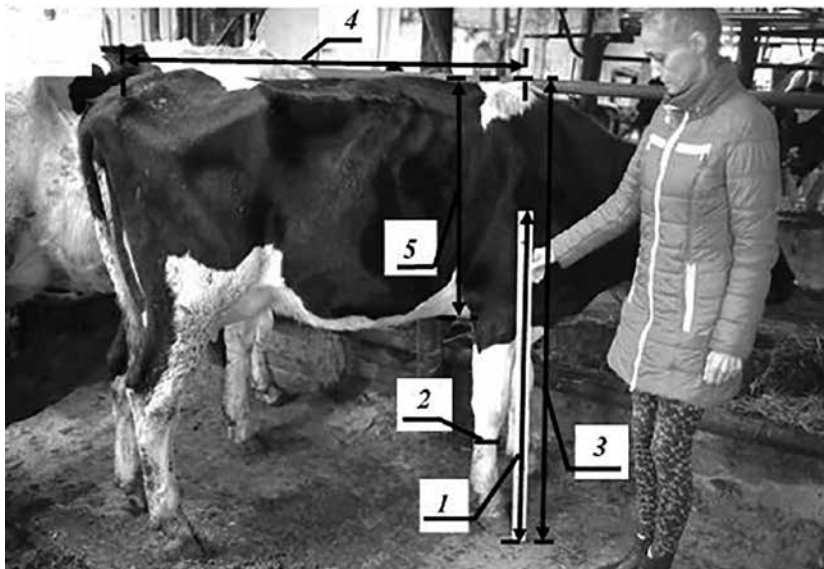


Рис. 2. Определение промера — прямая длина туловища

Fig. 2. Measurement definition — straight trunk length



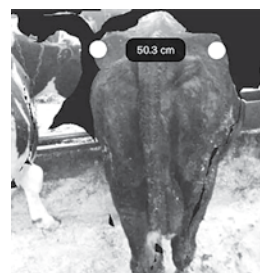
Рис. 3. Определение промера — высота в холке

Fig. 3. Measurement definition — height at the withers



Рис. 4. Определение промера — ширина в маклоках

Fig. 4. Measurement definition — hips width



Полученные изображения были обработаны в графическом редакторе следующим образом. На изображении были определены границы перспектметра и исследуемых параметров, затем между ними проведены линии (рис. 1).

Таким образом, были найдены интересующие нас размеры в пикселях. Истинные размеры экстерьерных параметров животных были вычислены по формуле:

$$L = \frac{s_2 l}{s_1}, \quad (1)$$

где l — длина перспектметра, см; s_1 — размер перспектметра в пикселях; s_2 — размер объекта в пикселях. Длина линии в пикселях вычислена как гипотенуза прямоугольного треугольника, катеты которого составляют длину и ширину выделенной области при определении того или иного промера по изображению.

Третий способ определения экстерьерных параметров — метод обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины Structure Sensor 3D. Сенсор глубины представляет собой камеру, которая крепится к планшетному устройству и позволяет захватывать трехмерное изображение объектов. Кроме самой камеры, в устройстве используется инфракрасный лазер, сенсор и специальная подсветка. Инфракрасный лазер наносит невидимый для человеческого глаза точечный узор на объекты в пределах 3,5 метров, одновременно с ним инфракрасный сенсор регистрирует искажения узора. Таким образом создается карта глубин для сцены и объектов внутри нее. Узор дополняется изображением с обычной камеры, в результате чего получаются трехмерные модели предметов или окружающего пространства. Программное обеспечение для сенсора позволяет получать информацию о расстоянии между объектами, расстоянии от камеры до объекта и определять любой линейный размер самого объекта в режиме реального

времени. Основное преимущество использования сенсора глубины заключается в возможности определения размеров объекта без применения перспектметра, с привлечением минимального количества людей и минимизацией стрессового воздействия на животных. В онлайн-режиме были определены все исследуемые экстерьерные параметры (рис. 2–4).

Таблица 1. Величина экстерьерных параметров, полученных тремя различными способами

Table 1. The value of the exterior parameters obtained in three different ways

Показатель	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Lim (min – max)	Cv, %
Контактный метод (взятие промеров)			
Высота в холке, см	138,70±0,66	131,00–148,00	3,60
Прямая длина туловища, см	147,40±0,93	132,00–172,00	4,70
Глубина груди, см	84,30±0,62	75,00–94,00	5,54
Ширина груди, см	52,40±0,31	46,00–57,00	4,60
Ширина в маклоках, см	67,60±0,59	60,00–79,00	6,74
Прямая длина тазобедренной области, см	113,20±0,61	99,00–119,00	4,23
Обхват пясти, см	20,40±0,11	19,00–22,00	3,90
Метод обработки изображений, полученных путем фотографирования			
Высота в холке, см	141,80±0,69	130,50–151,00	3,69
Прямая длина туловища, см	145,86±0,91	127,10–160,00	4,69
Глубина груди, см	82,18±0,59	72,40–92,30	5,47
Ширина груди, см	51,20±0,47	44,40–59,00	6,86
Ширина в маклоках, см	65,90±0,74	54,50–79,00	8,42
Прямая длина тазобедренной области, см	111,40±0,92	96,40–129,30	6,23
Обхват пясти, см	21,30±0,16**	16,70–24,20	5,80
Метод обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины			
Высота в холке, см	141,10±0,67	130,20–148,50	3,56
Прямая длина туловища, см	145,72±0,87	135,30–162,00	4,50
Глубина груди, см	81,60±0,77	71,20–89,60	7,19
Ширина груди, см	50,50±0,50	44,00–57,00	7,58
Ширина в маклоках, см	66,00±0,81	55,80–77,00	8,87
Прямая длина тазобедренной области, см	112,10±0,60	107,00–120,00	3,99
Обхват пясти, см	21,10±0,23*	17,90–24,00	8,27

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Характеристика исследований популяции коров по экстерьерным показателям, полученным тремя вышеописанными способами, приведена в табл. 1.

В целом, оценивая экстерьер животных, необходимо отметить, что коровы имеют крепкое и глубокое туловище, хорошие параметры развития тела в высоту, правильно поставленные передние и задние конечности. Животные отличались хорошей приспособленностью к промышленной технологии. Развитие экстерьерных особенностей коров анализируемой популяции имеет достаточно выровненный характер и изменчивость изучаемых признаков варьировала от 3,56% до 8,87%. Вместе с тем следует отметить, что по всем показателям оценки экстерьера коров достоверных различий по величине признаков, полученных разными способами, не выявлено, за исключением промера «обхват пясти», разница по которому составила 4,4% ($P < 0,01$) и 3,4% ($P < 0,05$) (табл. 1). Промер «обхват пясти» характеризует степень развития костяка и в плане определения является одним из самых «неудобных» промеров и, следовательно, полученные результаты имеют достаточно высокую погрешность (4,41% и 3,43%). По остальным изучаемым признакам экстерьера погрешность по величине полученных результатов между 1-м и 2-м способами варьировала от 1,04% до 2,51%, а между 1-м и 3-м способами — от 0,97% до 3,62% (табл. 2).

Из анализа табл. 2 видно, что погрешность измерений между контактным способом и методом обработки изображений, полученных путем фотографирования, а также между контактным способом и методом получения промеров с помощью сенсора глубины не превышает 5%.

Таблица 2. Относительная погрешность определения величины экстерьерных параметров, полученных контактным способом, методом обработки изображений и с помощью сенсора глубины (2000 коров)

Table 2. Relative error in determining the value of exterior parameters, obtained by contact method, image processing method and using a depth sensor (2000 cows)

Параметр	Относительная погрешность величины экстерьерных параметров, полученных контактным способом и методом обработки изображений, %	Относительная погрешность экстерьерных параметров, полученных контактным способом и с помощью сенсора глубины, %
Высота в холке	2,24	1,73
Прямая длина туловища	1,04	1,14
Глубина груди	2,51	3,20
Ширина груди	2,29	3,62
Ширина в маклоках	2,51	2,37
Прямая длина тазобедренной области	1,59	0,97
Обхват пясти	4,41	3,43

Выводы / Conclusion

Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует об обоснованности использования сенсора глубины Structure Sensor 3D в качестве приоритетного способа получения промеров животных. Сравнительный анализ бесконтактных способов получения промеров коров показывает, что за примерно одинаковое время можно получить числовые значения до 10 параметров экстерьера. Калибровка производится легко и быстро в течение 10–15 минут. Применение сенсора глубины Structure Sensor 3D исключает неточности построения силуэта, возникающие из-за непрерывного движения животных, и не требует создания новой методики получения промеров тела для животных, отличающихся по возрасту, размерам и живой массе. С помощью Structure Sensor 3D удалось, не вызывая стресса у животных, получить промеры с точностью до 1 мм.

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

- Halachmi I., Polak P., Roberts D.J., Klopčic M. Cow Body Shape and Automation of Condition Scoring. *J. of Dairy Science* 2008;(91):4444-4451 doi: 10.3168/jds.2007-0785
- Ruchay A.N., Dorofeev K.A., Kolpakov V.I. Fusion of information from multiple Kinect sensors for 3d object reconstruction. *Computer Optics*. 2018;42(5):898-903 doi: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-898-903
- Shi C., Zhang J.L., Teng G.H. Mobile measuring system based on LabVIEW for pig body components estimation in a large-scale farm. *Computers and electronics in agriculture*. 2019;(156):399-405 doi: 10.1016/j.compag.2018.11.042
- Huang L.W., Li S.Q., Zhu A.Q. et al. Non-Contact Body Measurement for Qinchuan Cattle with LiDAR Sensor. *Sensors*. 2018;18(9):3014 p. doi:10.3390/s18093014
- Kalantari M., Nechifor M. Accuracy and utility of the Structure Sensor for collecting 3D in door information. *Geo-spatial Information Sci.* 2016;19(3):202-209 doi: 10.1080/10095020.2016.1235817

REFERENCES

- Halachmi I., Polak P., Roberts D.J., Klopčic M. Cow Body Shape and Automation of Condition Scoring. *J. of Dairy Science* 2008;(91):4444-4451 doi: 10.3168/jds.2007-0785 (in English).
- Ruchay A.N., Dorofeev K.A., Kolpakov V.I. Fusion of information from multiple Kinect sensors for 3d object reconstruction. *Computer Optics*. 2018;42(5):898-903 doi: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-898-903 (in English).
- Shi C., Zhang J.L., Teng G.H. Mobile measuring system based on LabVIEW for pig body components estimation in a large-scale farm. *Computers and electronics in agriculture*. 2019;(156):399-405 doi: 10.1016/j.compag.2018.11.042 (in English).
- Huang L.W., Li S.Q., Zhu A.Q. et al. Non-Contact Body Measurement for Qinchuan Cattle with LiDAR Sensor. *Sensors*. 2018;18(9):3014 p. doi:10.3390/s18093014 (in English).
- Kalantari M., Nechifor M. Accuracy and utility of the Structure Sensor for collecting 3D in door information. *Geo-spatial Information Sci.* 2016;19(3):202-209 doi: 10.1080/10095020.2016.1235817 (in English).

6. Popescu C.R., Lungu A. Real-Time 3D Reconstruction Using a Kinect Sensor. *Computer Sci. and Information Technology*. 2014;2(2):95-99 doi: 10.13189/csit.2014.020206
7. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019;(315) doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
8. Gorton M., White J., Dries D. et al. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS *Eurasian geography and economics* 2007;48(6):733-747
9. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine*. 2020; (175):1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857
10. Романенко Л.В. Современные методы контроля полезности кормления высокопродуктивных коров *Кормление сельскохозяйственных животных и производство кормов* 2010;(5):12-15.
11. Semenov V.G. Adaptogenesis and biological potential of cattle on commercial dairy farm *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020;6(388):85-92 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.186>
12. Чеченихина О.С. Влияние темпов роста молодняка коров на дальнейшую молочную продуктивность и экстерьерные показатели *Зоотехния*. 2012;(9):17-18.
13. Abugaliyev S.K. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2019;4(380):65-82. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.94>

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Андреевна Баранова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>

Степан Дмитриевич Батанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>

Ольга Степановна Старостина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Максим Михайлович Лекомцев, глава крестьянско-фермерского хозяйства, ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович
ул. Северная, д. 5а, деревня Митино, Удмуртская Республика, 427612 Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Сергей Игоревич Дьякин, технолог цеха откорма, ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна
Воткинское шоссе, д. 128а, г. Ижевск, 426025, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Владимир Григорьевич Семенов, доктор биологических наук, профессор
Чувашский государственный аграрный университета, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

6. Popescu C.R., Lungu A. Real-Time 3D Reconstruction Using a Kinect Sensor. *Computer Sci. and Information Technology*. 2014;2(2):95-99 doi: 10.13189/csit.2014.020206 (in English).
7. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019;(315) doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006 (in English).
8. Gorton M., White J., Dries D. et al. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS *Eurasian geography and economics* 2007;48(6):733-747 (in English).
9. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine*. 2020;(175):1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857 (in English).
10. Romanenko L.V. Modern methods of controlling the usefulness of feeding highly productive cows *Feeding farm animals and feed production* 2010;(5):12-15 (in Russian).
11. Semenov V.G. Adaptogenesis and biological potential of cattle on commercial dairy farm *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020;6(388):85-92 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.186> (in English).
12. Chchenikhina O.S. Influence of the growth rate of young cows on further milk productivity and exterior indicators *Zootekhnika*. 2012;(9):17-18 (in Russian).
13. Abugaliyev S.K. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2019;4(380):65-82. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.94> (in English).

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Andreevna Baranova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy, str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>

Stepan Dmitrievich Batanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy
str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>

Olga Stepanovna Starostina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy
str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Maxim Mikhailovich Lekomtsev, head of the farm, Lekomtsev FARM IP Maxim Mikhailovich
5a, str. Severnaya, Mitino village, Udmurt Republic, 427612 Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Sergey Igorevich Dyakin, cattle technologist, Farm IP Lekomtseva Alexandra Alexandrovna
128a, Votkinskoe shosse, Izhevsk, 426025, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Vladimir Grigorievich Semenov, doctor of biological sciences, professor
Chuvash State Agrarian University, 29 str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

УДК 631.5; 004.031.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-133-140

И.А. Сорокин¹, ✉
П.Н. Романов¹,
Т.Е. Кондраненкова¹,
В.А. Ружьев²,
Н.А. Стенина³,
Н.Н. Пушкаренко⁴

¹ Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ ivansorokin@bk.ru

Поступила в редакцию:
17.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-133-140

Ivan A. Sorokin¹, ✉
Pavel N. Romanov¹,
Tatyana E. Kondranenkova¹,
Vyacheslav A. Ruzhev²,
Natalya A. Stenina³,
Nikolay N. Pushkarenko⁴

¹ Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Knyaginino, Russian Federation

² St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation

³ Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ ivansorokin@bk.ru

Received by the editorial office:
17.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Исследование алгоритмов перестановочного декодирования в системах управления БПЛА

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В данной работе представлена актуальная тема использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в агропромышленном комплексе (АПК) для получения оперативной достоверной информации о состоянии сельскохозяйственных угодий за весь период. В современных инфокоммуникационных технологиях и системах связи предъявляются высокие требования к достоверности передачи информации. В мобильных системах обмена данными используются композиции помехоустойчивых кодов в виде каскадных конструкций или турбокодов, и в целях повышения их эффективности необходимо наиболее полно использовать избыточность, введенную на каждой ступени обработки данных. Для решения подобной задачи целесообразно применить метод декодирования, основанный на упорядочивании индексов достоверности символов (ИДС) кодовой комбинации.

Методы. При определении систем кодирования-декодирования применялось прикладное программное обеспечение Mathcad. Проведенные математические исследования показали, что двоичные кодовые коды для достижений указанной границы могут быть декодированы не только на основе упорядоченной статистики, но и с использованием метода разбиения пространства разрешенных кодовых комбинаций на кластеры. На основе этого метода составлена блок-схема алгоритма имитационной модели работы декодера блокового кода на основе вычисления кластера.

Результаты. Применение предложенного способа мягкого декодирования систематических блоковых кодов позволяет сократить время обработки кодовых комбинаций в декодере за счет снижения размерности квадратной матрицы для определения свойства нелинейности строк переставленной порождающей матрицы после упорядочения столбцов исходной порождающей матрицы. Применение методов мягкого декодирования помехоустойчивых кодов позволяет снизить отношение сигнал/шум на 2 дБ по сравнению с методами жесткого декодирования при сохранении заданной достоверности передачи информации.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, декодирование, канал связи, мониторинг, обработка и передача данных, сельское хозяйство, сельскохозяйственные угодия

Для цитирования: Сорокин И.А., Романов П.Н., Кондраненкова Т.Е., Ружьев В.А., Стенина Н.А., Пушкаренко Н.Н. Исследование алгоритмов перестановочного декодирования в системах управления БПЛА. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 133–140. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-133-140>

© Сорокин И.А., Романов П.Н., Кондраненкова Т.Е., Ружьев В.А., Стенина Н.А., Пушкаренко Н.Н.

Study of permutation decoding algorithms in UAV control systems

ABSTRACT

Relevance. This paper presents relevant topic of the use of unmanned aerial vehicles (UAV) in the agro-industrial complex (AIC) to obtain timely reliable information about the state of agricultural land for the entire period. In modern infocommunication technologies and communication systems, high requirements are placed on the reliability of information transmission. In mobile data exchange systems, compositions of noise-resistant codes are used in the form of cascade designs or turbo codes, and in order to increase their efficiency, it is necessary to make the fullest use of the redundancy introduced at each stage of data processing. To solve such a problem, it is advisable to apply a decoding method based on the ordering of the character confidence indices (CCI) of the code combination.

Methods. When determining the encoding-decoding systems, the Mathcad application software was used. Mathematical studies have shown that binary block codes for reaching the specified boundary can be decoded not only on the basis of ordered statistics, but also using the method of dividing the space of allowed code combinations into clusters. Based on this method, a block diagram of the algorithm of the simulation model of the operation of the block code decoder based on cluster calculation is compiled.

Results. The application of the proposed method of soft decoding of systematic block codes reduces the processing time of code combinations in the decoder by reducing the dimension of the square matrix to determine the nonlinearity property of the rows of the rearranged generating matrix after ordering the columns of the original generating matrix.

Key words: UAV, decoding, communication channel, monitoring, data processing and transmission, agriculture, agricultural land

For citation: Sorokin I.A., Romanov P.N., Kondranenkova T.E., Ruzhev V.A., Stenina N.A., Pushkarenko N.N. Study of permutation decoding algorithms in UAV control systems. Agrarian science. 2022; 364 (11): 133–140. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-133-140> (In Russian).

© Sorokin I.A., Romanov P.N., Kondranenkova T.E., Ruzhev V.A., Stenina N.A., Pushkarenko N.N.

Введение / Introduction

Применение в современном сельском хозяйстве технологий и технически продвинутых устройств обусловлено высокими темпами роста потребительского спроса, а соответственно, необходимостью повышения объемов поставок для конкурентоспособности как на российском, так и на мировом рынке.

Высокие темпы технологического прогресса обязуют предприятия сельскохозяйственной отрасли использовать новшества для повышения качества выпускаемой продукции и уменьшения потерь, связанных с неблагоприятными природными явлениями. Наиболее ярко выражены являются потери в сельскохозяйственной отрасли, связанной с посевом зерновых культур. Как правило, большая доля гибели зерновых культур связана с недостаточной влажностью почвы, а также недостатком удобрений [1, 2].

Одним из инновационных методов определения состояния сельскохозяйственных культур является метод использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с инфракрасными датчиками и системами машинного зрения. Использование таких комплексов позволяет в автоматизированном режиме производить анализ почвы при помощи сегрегации инфракрасного излучения. Таким образом, описываемые системы могут выявлять наличие засушливых участков, а также участков с недостаточным озонированием почвы. В настоящее время на рынке существует множество типов и видов БПЛА: самолётного типа, вертолётного типа, беспилотные аэростаты, гибридные подклассы аппаратов [3].

Применение таких комплексов позволяет снизить убытки сельскохозяйственных предприятий до 19%, вследствие повышения всхожести посевов зерновых культур. Как правило, подобная практика в крупных предприятиях позволяет полностью окупить использование беспилотных летательных аппаратов и выйти на постоянную прибыль [4]. Кроме того, в итоге применение БПЛА влияет на увеличение количества и качества поставляемого продукта.

Широкое использование беспилотных летательных аппаратов, а также наземных роботов для сбора, обработки и передачи больших объемов данных предъявляет новые растущие требования к системе передачи данных: высокие скорости передачи данных, высокая динамическая траектория дронов, сильно развитая многолучевость и затухание при распространении сигнала. Научная значимость данной статьи заключается в установлении конкретных решений проблемы, разработке новых способов формирования, обработки, шифрования и дешифрования информации, направленных на повышение эффективности передачи информации при определенных условиях.

Для повышения уровня передачи информации беспилотными транспортными средствами предлагается использовать мягкие методы декодирования двусторонних избыточных кодов, а также спектрально-эффективных радиосигналов и пространственной структуры системы передачи информации [4].

В связи существенным развитием технологий, используемых в данной отрасли, БПЛА будут интенсивно внедряться во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и сельское хозяйство, значительно увеличивая производительность труда и снижая издержки производства.

Одним из приоритетных направлений исследований является наиболее полное использование пространственного ресурса, достигаемое путем применения

антенных систем, а также формирования, обработки, кодирования и декодирования информации с учетом помехоустойчивого кодирования.

Для повышения пропускной способности канала связи с беспилотным аппаратом предлагается использование мягких методов списочного декодирования недвоичных избыточных кодов, а также спектрально-эффективных радиосигналов, оптимизировать пространственную структуру системы передачи информации. На основе разработанных моделей распространения сигнала от беспилотного летательного аппарата и беспилотного наземного аппарата производится оптимизация числа и расположения приемных и передающих антенн. Согласование пространственных характеристик электромагнитного поля и пространственной структуры системы передачи информации, а также применение кластерного декодирования помехоустойчивых кодов позволяют приблизиться к потенциальному пределу пропускной способности. Для эффективного использования ресурса необходима полная информация о характеристиках канала передачи сигнала, что достигается разработкой и реализацией алгоритмов анализа характеристик распространения и тестированием канальной матрицы.

Достоинствами кластерного декодирования помехоустойчивых кодов являются возможность их компактного хранения, а также эффективная реализация процедур кодирования-декодирования на аппаратном уровне. Вместе с тем актуальной является задача уменьшения вероятности ошибок декодирования до величины 10^{-7} и менее. Поэтому разработка кодов, а также эффективных алгоритмов декодирования являются актуальными. Новизна научных исследований в области цифровой фильтрации определяется требованиями системы передачи информации от беспилотного аппарата и заключается в использовании концепции выработки оценок надежности символов недвоичных кодов по результатам обработки двоичной информации в непрерывном канале связи для эффективной реализации методов мягкого декодирования таких кодов, необходимых для управления движением беспилотного аппарата [5, 6, 7].

В современных инфокоммуникационных технологиях и системах связи предъявляются высокие требования к достоверности передачи информации. По этой причине в мобильных системах обмена данными используются композиции помехоустойчивых кодов в виде каскадных конструкций или турбокодов, и в целях повышения их эффективности необходимо наиболее полно использовать избыточность, введенную на каждой ступени обработки данных. Для решения подобной задачи целесообразно применить метод декодирования, основанный на упорядочивании индексов достоверности символов (ИДС) кодовой комбинации длины n по убыванию [8, 9, 10, 11, 12].

Материал и методы исследования / Materials and method

При определении систем кодирования-декодирования применялось прикладное программное обеспечение Mathcad (зарубежная программа для компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования).

Упорядоченная последовательность ИДС имеет вид:

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (1)$$

$$|y_1| \geq |y_2| \geq \dots \geq |y_n| \quad (2)$$

Реализация этой процедуры приводит к подстановке λ_1 такой, что

$$y = \lambda_1(r), \quad (3)$$

где $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ — принятая последовательность символов.

В ходе сортировки ИДС, отвечающих λ_1 , создается перестановочная матрица R_{λ_1} . Следующий шаг декодирования состоит в перестановке столбцов порождающей матрицы в систематической форме в порядке, соответствующем последовательности Y :

$$G = (I_{k \times k} : H_{(n-k) \times k}^T), \quad (4)$$

где k — число информационных разрядов кода.

Выполняя $G \times R_{\lambda_1}$, получим:

$$G' = \lambda_1[G(Y)] = (g'_1 g'_2 \dots g'_n), \quad (5)$$

где g'_i — i -й столбец матрицы G' .

Естественно, образованная таким образом матрица G' на данном шаге алгоритма не является систематической.

Продолжение алгоритма состоит в построении наиболее надежного базиса возможного эквивалентного кода. Начиная с первого столбца матрицы G' , находятся первые k линейно независимых столбцов, которым в соответствии с Y соответствуют наибольшие ИДС. Остальные $(n - k)$ столбцов тоже упорядочиваются в порядке убывания их надежности, приводя к отображению λ_2 такому, что:

$$G'' = \lambda_2[G'] = \lambda_2[\lambda_1[G(Y)]]. \quad (6)$$

Применяя отображение λ_2 к последовательности Y , декодер получает новую переупорядоченную последовательность Z , где:

$$Z = \lambda_2(Y) = (z_1, z_2, \dots, z_k, z_{k+1}, \dots, z_n). \quad (7)$$

В этой последовательности:

$$|z_1| \geq |z_2| \geq \dots \geq |z_k| \geq |z_{k+1}| \geq \dots \geq |z_n|. \quad (8)$$

Для проверки линейной независимости строк в матрице G' декодер выделяет первые k столбцов и, формируя квадратную матрицу $A_{k \times k}$, вычисляет ее детерминант. При $\det(S_{k \times k}) \neq 0$ открывается возможность образования из матрицы G'' путем линейных преобразований ее строк и столбцов новой матрицы эквивалентного кода $G''_{\text{сист}}$ в систематической форме. Следует учитывать, что при $\det(A_{k \times k}) = 0$ в матрице $A_{k \times k}$ наблюдается свойство линейной зависимости строк, что не позволяет сразу получить $G''_{\text{сист}}$. В случае линейной зависимости строк декодер переходит к итеративной процедуре преобразования $A_{k \times k}$ за счет смены мест столбцов с номерами k и $k + 1$ в G' . При отрицательном исходе первого шага итерации осуществляется смена мест столбцов с номерами $k + 1$ и $k + 2$ (второй шаг итерации). Выполнение последующих шагов итераций считается нецелесообразным, поскольку на позициях с номерами $k + 3$ и более с высокой вероятностью могут оказаться ошибочно принятые символы. В этом случае комбинация отмечается как

стирание для последующего восстановления на уровне внешних декодеров. Последнее обстоятельство не актуально для максимально декодируемых кодов, так как для них всегда выполняется первое условие $\det(A_{k \times k}) \neq 0$. Именно к такому классу кодов относятся коды Рида — Соломона (РС).

Получив удовлетворительный результат по вычислению $\det(A_{k \times k})$, декодер должен выполнить регулярную процедуру по вычислению матрицы $G''_{\text{сист}}$. Известно, что произведение матрицы $A_{k \times k} = A$ на ее обратное отображение $A \times A^{-1} = E$ обеспечивает получение единичной матрицы. Исходя из этого, декодер выполняет регулярную процедуру вычисления такой матрицы и определяет обратную матрицу A^{-1} , которая точно указывает на порядок преобразования строк матрицы G'' для получения новой порождающей матрицы в систематической форме $G''_{\text{сист}}$.

Описанная процедура легко программируется для процессора приемника, однако следует учитывать, что объем вычислений экспоненциально увеличивается с ростом k . Для повышения скорости работы процессора приемника (сокращения объема вычислений) предлагается использовать принцип перехода от основного (n, k, d) кода к некоторому укороченному коду.

Оценить эффективность такого преобразования можно, исходя из следующих соображений. Современные процессоры тратят на операцию сложения до 2 нс, а на операцию умножения — до 180 нс. С некоторой долей условности можно утверждать, что на операцию умножения операндов в двоичном поле процессор будет затрачивать около 2 нс. Таким образом, на вычисление определителя матрицы $S_{2 \times 2}$ потребуется порядка 6 нс. Исходя из этих условий, в табл. 1 представлены данные оценки временных затрат при вычислении определителей матриц других размерностей.

Из табл. 1 следует, что незначительное увеличение размерности квадратной матрицы приводит к существенному увеличению времени вычисления определителя. По полученным из табл. 1 данным построим график зависимости времени вычисления определителя матрицы $k \times k$ от ее размерности (рис. 1).

При переходе к такому коду необходимо выполнить коррекцию принятого вектора $V_{\text{пр}}$ путем сложения его с результатом произведения комбинации f символов, определяющих процедуру укорочения, на первые f строк матрицы G . Матрица G известна приемнику, следовательно, надежность приема символов f не должна вызывать сомнений. Защиту таких символов представляется возможным осуществить, используя дополнительные средства, например проверку на четность.

В результате выполнения алгоритма декодеру становятся известными принятый вектор $V_{\text{пр}}$ с ошибками и упорядоченными по убыванию ИДС, матрица перестановок R_{λ_1} и результат ее умножения на вектор $V_{\text{пр}}$: $V'_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \times R_{\lambda_1}$, преобразованная в соответствии с Y порождающая матрица $G''_{\text{сист}}$ и новый вектор $V''_{\text{пр}}$ как результат умножения информационных разрядов с наиболее надежными ИДС из $V'_{\text{пр}}$ на $G''_{\text{сист}}$. Очевидно, что

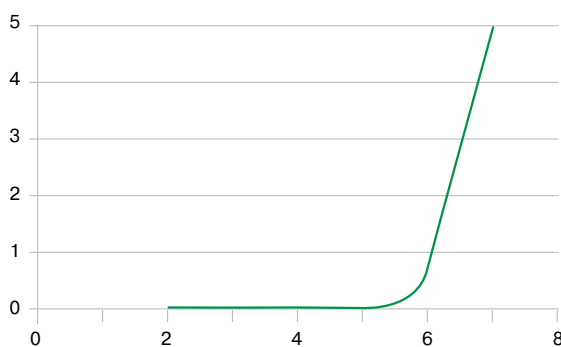
Таблица 1. Ориентировочные временные затраты для расчета определителей матриц для повышения скорости работы процессора декодера

Table 1. Estimated time costs for calculating matrix determinants to increase the speed of the decoder processor

Размерность матрицы $k \times k$ и ориентировочное время вычисления определителя					
2×2	3×3	4×4	5×5	6×6	7×7
6·10 ⁻⁹ с	4,6·10 ⁻⁸ с	2,2·10 ⁻⁷ с	1,2·10 ⁻⁶ с	7·10 ⁻⁶ с	4,9·10 ⁻⁵ с

Рис. 1. Ориентировочные временные затраты для расчета определителей матриц

Fig. 1. Estimated time spent for calculating matrix determinants



вычитание вектора $V''_{пр}$ из вектора $V'_{пр}$ определяет вектор ошибок V'_{er} . Этот вектор необходимо умножить на $R_{n,1}^T$, чтобы получить истинный вектор ошибок V_{er} , действовавший в канале связи в ходе передачи информации. Сложение этого вектора с вектором $V_{пр}$ обеспечивает восстановление той кодовой комбинации, которая была передана передатчиком. В лучшем случае подобный алгоритм способен обеспечить исправление $(n - k)$ стираний, что для большинства используемых на практике двоичных кодов превосходит метрику Хэмминга.

Асимптотической оценкой энергетического выигрыша от применения блочного двоичного кода может служить выражение:

$$D_{km} = \delta \times 10 \lg(k(1 - R + 1/n)) \text{ дБ}, \quad (9)$$

где δ — поправочный коэффициент; R — характеристика кода, определяющая долю вводимой в код избыточности, при этом $R = k/n$ [13].

Условие $\delta = 0$ справедливо не для всех кодов. Известно, что недвоичные коды достигают значения D_{km} , что нельзя сказать о двоичных кодах, которые в большинстве своем не являются максимально декодируемыми кодами [13].

Принимая для двоичных кодов коэффициент $\delta \approx 0,7$, можно определить максимальные возможности применяемого в системе кода, а значения δ напрямую зависят от весовой структуры кода. Действительно, условие $\det(A_{k \times k}) = 0$ выполняется в том случае, если в любой строке матрицы $A_{k \times k}$ после перестановки столбцов образуется строка, содержащая все нули. Подобное случается для 20–25% возможных подстановок. Временные задержки при реализации указанной процедуры могут быть скомпенсированы повышением рабочей частоты процессора.

Асимптотическое оценивание системы избыточного кодирования показывает, что максимум D_{km} при фиксированном n достигается при значениях R , близких к 0,5, и по мере отклонения R от этой нормы выигрыш D_{km} незначительно убывает. В любом случае с увеличением n энергетический выигрыш от применения алгоритма декодирования увеличивается, превосходя те значения этого параметра, которые возможны при мягком декодировании. Асимптотическая оценка метода указывает на возможность получения энергетического выигрыша до 2 дБ относительно мягких способов декодирования избыточных кодов.

Проведенные исследования показали, что двоичные блочные коды для достижения указанной границы могут быть декодированы не только на основе упорядочен-

ной статистики, но и с использованием метода разбиения пространства разрешенных кодовых комбинаций на кластеры (лексикографический подход к составлению списка) [13].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На основе этого метода составлена блок-схема алгоритма имитационной модели работы декодера блочного кода на основе вычисления кластера.

Символы принятой кодовой комбинации V систематического (n, k) -кода по основному алгоритму упорядочиваются по убыванию их градаций надежности и на основании выполненных перестановок формируется вектор V' , который совместно с вектором V образует двудольный граф для формирования матрицы перестановок R , умножение на которую порождающей матрицы кода G приводит к получению новой матрицы G' , первые k столбцов которой проверяются на предмет линейной независимости и в случае положительного исхода этой проверки матрица G' приводится к систематической форме G'_s , при этом первые k наиболее надежных элементов вектора V' путем умножения на G'_s образуют вектор эквивалентного кода $V_{эkv}$, который при поэлементном сложении по модулю 2 с вектором V' формирует переставленный вектор ошибок E' и после умножения вектора E' на R^T формируется вектор ошибок E , действовавший в канале связи на вектор V , при этом в случае отрицательного результата проверки линейной независимости строк матрицы G' осуществляется замена k -го столбца этой матрицы на $(k - 1)$ -й столбец и в случае необходимости на последующие столбцы до выполнения условия линейной независимости k первых столбцов матрицы G' ; при выполнении этого условия адекватно меняются местами элементы в V' и столбцы R , отличающиеся тем, что для всех разрешенных кодовых комбинаций (n, k) -кода по их f старшим разрядам определяют номер кластера, при этом значение f выбирают в пределах $1 < f \leq \lfloor k/2 \rfloor$ и при формировании кодового вектора на передаче младший разряд комбинации (правый) выкалывается и заменяется на бит проверки четности f разрядов кластера, а приемник, приняв вектор V по градациям надежности и биту четности, оценивает правильность приема номера кластера и в случае положительного решения переходит к обработке $(n - f, k - f)$ -кода по основному алгоритму, предварительно сформировав корректирующий вектор $W_{ук}$ путем умножения разрядов номера кластера на первые f строк порождающей матрицы G кода и последующего временного удаления из него разрядов кластера, после чего вектор $W_{ук}$ вычитается из вектора V , при этом разряды кластера вектора V также не учитываются, младшему разряду вновь образованного вектора $V_{ук}$ присваивается наиболее низкая оценка градации надежности, после чего декодер работает по основному алгоритму, формируя вектор ошибок E , который поразрядно складывается с векторами $W_{ук}$, $V_{ук}$, формируя переданный вектор V за счет возвращения на свои места старших разрядов номера кластера, при этом если проверка на четность номера кластера не выполняется, декодер подвергает инверсии наиболее ненадежный бит из числа участвующих в проверке.

Используем данный метод на примере двоичного кода БЧХ $(15, 7, 5)$ с порождающим полиномом $g(x) = 721_8$. Под номер кластера выделим первые три информационных разряда, $f = 3$. Порождающая матрица G в систематической форме имеет вид:

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Пусть на выходе кодера образовался вектор вида:

$$V_{\text{код}} = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.$$

Передачик заменяет младший (правый) бит комбинации на бит проверки четности для старших трех разрядов, определяющих номер кластера. Следовательно, в канал связи будет передан вектор:

$$V_{\text{пер}} = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1.$$

Приемник принимает вектор, устанавливая по какому-либо известному принципу градацию надежности для каждого символа. Пусть соответствие символов и градаций надежности символов (далее — оценки) имеет вид

$$V = 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

Оценки 6 2 7 7 1 1 1 7 7 7 7 5 5 7, следовательно, вектор ошибок представлен последовательностью

$$e = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0.$$

Приняв вектор с ошибками, декодер на первом шаге декодирования проверяет номер кластера на четность. В примере проверка на четность дает отрицательный результат, поэтому декодер инвертирует второй разряд в номере кластера, так как он имеет худшую оценку надежности. Вектор, используемый для последующего анализа, принимает вид

$$V = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1.$$

Номер восстановленного кластера имеет значение 4₁₀. Декодер переходит на укороченный код (1, 2, 4, 5), порождающая матрица которого имеет вид:

$$G_{\text{ук}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Далее формируется корректирующий вектор W путем умножения номера кластера на первые три строки порождающей матрицы G . Тогда

$$W = 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

и после исключения из него разрядов кластера, вектор имеет вид

$$W_{\text{ук}} = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0.$$

Складывая по модулю 2 с соответствующими разрядами принятого вектора V и $W_{\text{ук}}$, получаем вектор укороченного кода $V_{\text{ук}}$:

$$V = 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$W_{\text{ук}} = 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$V_{\text{ук}} = 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$\text{Оценки } 7 \ 1 \ 1 \ 1 \ 7 \ 7 \ 7 \ 7 \ 7 \ 5 \ 5 \ 0.$$

Младшему разряду этого вектора искусственно присваивается наиболее низкий индекс достоверности символа (в нашем случае 0, показан курсивом). После чего выполняется основной алгоритм декодера, представленный ниже в табл. 2.

В этом алгоритме переходы от элементов строки «Порядковой нумерации» к элементам строки «Новая нумерация символов» представляются двудольным графом, на основании которого по общеизвестным правилам формируется матрица перестановок R размерности $(n-f) \times (n-f)$.

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Путем умножения матрицы R на матрицу $G_{\text{ук}}$ получают результат предварительного преобразования, который необходимо оценить с точки зрения сохранения свойства нелинейности строк новой матрицы G' .

$$G' = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Для этого из G' выделяются первые $k-f=\lambda$ столбцов с образованием матрицы $A_{\lambda \times \lambda}$, для которой проверяют условие $\det(A_{\lambda \times \lambda}) \neq 0$, и выполняется действие по вычислению обратной матрицы $A_{\lambda \times \lambda}^{-1} = E_{\lambda \times \lambda} / A_{\lambda \times \lambda}$, структура которой точно указывает на порядок комбинирования строк матрицы G' для получения в систематической форме порождающей матрицы G'_s . Например, для G' имеем

$$A_{\lambda \times \lambda}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Если условие $\det(A_{\lambda \times \lambda}) \neq 0$ не выполняется, то 4-й столбец матрицы G' меняется местами с 5-м столбцом.

Таблица 2. Алгоритм перехода к новой нумерации символа кода декодера

Table 2. Algorithm for switching to a new numbering of the decoder code symbol

Порядковая нумерация	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вектор укороченного кода $V_{\text{ук}}$	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Оценки	7	1	1	1	7	7	7	7	7	5	5	0
Новая нумерация символов	1	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	12
Значения переставленных символов $V_{\text{пром}}$	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1

Если и в этих условиях детерминант оказывается равным нулю, то 4-й столбец матрицы G' меняется местами с 6-м столбцом. После вычисления $A_{\lambda \times \lambda}^{-1}$, вычисляется порождающая матрица эквивалентного кода в систематической форме.

$$G'_s = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Вектор 0111, выделенный в табл. 2, умножается на новую порождающую матрицу и в результате образует вектор:

$$V_{\text{экр}} = 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0$$

Вектор $V_{\text{экр}}$ поразрядно сравнивается со значениями вектора $V_{\text{пром}}$.

Выполнив операцию $e_{\text{услв}} \times R^T = e$, декодер получает вектор ошибок, действовавшего в канале связи при передаче кодового вектора. Для получения истинного вектора укороченного кода необходимо сложить по модулю 2 три вектора: вектор ошибок e , корректирующий вектор $W_{\text{ук}}$ и вектор укороченного кода $V_{\text{ук}}$.

К результату сложения справа необходимо добавить три старших разряда, отвечающих за номер кластера.

Полученный результат свидетельствует о результативности алгоритма. Применение предложенного способа мягкого декодирования систематических блочных кодов позволяет сократить время обработки кодовых комбинаций в декодере за счет снижения размерности квадратной матрицы для определения свойства нелинейности строк переставленной порождающей матрицы после упорядочения столбцов исходной порождающей матрицы.

Применение методов мягкого декодирования помехоустойчивых кодов позволяет снизить отношение сигнал/шум приблизительно на 2 дБ по сравнению с методами жесткого декодирования при сохранении заданной достоверности передачи информации.

Для повышения вероятностных характеристик системы необходимо в перспективе применять мягкие декодеры как кода РС, так и сверточного кода. При этом сложность декодера будет повышена незначительно.

Разбиение пространства кодовых комбинаций на подмножества (кластеры) позволяет организовать защитные зоны кодовых комбинаций не в виде сфер, а в виде прямоугольных параллелепипедов. Отход от метрики Хэмминга и вычисление позиции кодовой комбинации в декартовой системе координат позволяет правильно определить положение вектора на плоскости кластера при условии, что старшие разряды координат оказались принятыми верно.

Главная задача декодера заключается в правильном определении номера кластера. Для восстановления старших разрядов кластеров и координат целесообразно использовать принципы декодирования с итеративным распространением доверия (декодирования по наилучшим показателям) и метод выкалывания симво-

Таблица 3. Расчет условного вектора ошибок, действовавший в канале связи

Table 3. Calculation of the conditional error vector acting in the communication channel

Комбинация эквивалентного кода $V_{\text{экр}}$	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Значения переставленных символов $V_{\text{пром}}$	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Условный вектор ошибок $e_{\text{услв}}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Таблица 4. Расчет вектора, принятого из канала связи, без учета номера кластера

Table 4. Calculation of the vector received from the communication channel, without taking into account the cluster number

Комбинация укороченного кода $V_{\text{ук}}$	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Корректирующий вектор $W_{\text{ук}}$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
Вектор ошибок e	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Результат сложения	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0

Таблица 5. Восстановление номера кластера кодовых комбинаций в декодере

Table 5. Restoration of the cluster number of code combinations in the decoder

Комбинация укороченного кода $V_{\text{ук}}$	Позиции разрядов кластера		0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Комбинация с номером кластера	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Вектор, принятый из канала связи	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0

лов, полученных в ходе стандартной процедуры кодирования, и замены их на проверочные символы.

Выводы / Conclusion

1. Условия функционирования системы связи с применением параметрической адаптации по коду РС определяют выбор метода декодирования этого кода по принципу упорядоченной статистики.

2. Подобная схема декодирования исключает методы переключений в регистрах сдвига, что существенно упрощает процедуру управления работой процессора приемника и программирования соответствующих программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

3. В декодер необходимо ввести регистр хранения оценок, необходимый для формирования перестановочной матрицы. Учитывая наличие всего двух оценок, процедура сортировки такого массива не вызывает трудностей.

4. Применение режима адаптации не потребует существенного изменения сложившейся структуры заголовка кадра. Необходимо предусмотреть всего один дополнительный байт.

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. Хайрулина Т. П. Влияние различных уровней влажности почвы на активность ферментов в листьях и семенах сои. В сборнике: *Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области*. Благовещенск, 2014; 16-21.
2. Абдуллаев А.А., Джумаев Б.Б., Эргашев А., Сабоиев И.А., Каримов Х.Х. Влияние засухи на фотосинтетические параметры флаговых листьев различных сортов пшеницы. *Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*. 2010; (4). 46-53.
3. Зубарев, Ю., Фомин, Д., Чашчин, А., Заболотнова, М. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. *Вестник Пермского федерального исследовательского центра*, 2019; (2), 47-51. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2019.2.5>
4. Сорокин И.А., Обухов А.Д., Романов П.Н., Шibaева М.Ю. Применение метода перестановочного декодирования в системе управления беспилотных летательных аппаратов малого класса (дроны, мультикоптеры). *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2019; (2) 186-195.
5. Sorokin I.A., Kondrankenkova T.Y., Chesnokov A.D., Shibaeva M.Y., Ochepovsky A.V. The use of coding-decoding systems on unmanned aircraft with the sensor networks operation. *International Journal of Control and Automation*. 2020; Vol. 13. (1). P. 82-92.
6. Золотарев, В. В., Овечкин Г. В., чл.-кор. РАН Зубарева Ю. Б. ред. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы. М.: Горячая линия-Телеком, 2004: 126. .
7. Gladkikh A. A. Перестановочное декодирование как инструмент повышения энергетической эффективности систем обмена данными *Электросвязь*. 2017; (8). 52-56.
8. Gladkikh, A. A., Davydov I. Ю. Способ мягкого декодирования линейных кодов. В книге: *Актуальные проблемы физической и функциональной электроники. Материалы 22-й Всероссийской молодежной научной школы-семинара*. 2019; 127-129. .
9. Блох, Э. Л., Попов О.В., Турин В.Я. Модели источника ошибок в каналах передачи цифровой информации М.: Связь, 1971: 312
10. Gladkikh A.A. Основы теории мягкого декодирования избыточных кодов в стирающем канале связи. Ульяновск: УлГТУ, 2010; 253
11. Злотник, Б. М. Помехоустойчивые коды в системах связи Статистическая теория связи. М.: Радио и связь, Вып. 31, 1989: 232.
12. Зяблов, В. В., Цветков М. А. Метод обнаружения ошибочного декодирования с использованием списков. *Информационные процессы*. 2004; Т. 4. (2). 188-201.
13. Дамдам, М.А.Я. Метод снижения сложности декодирования не двоичных избыточных кодов. *DSPA2020: докл. 22-й междунар. конф. «Цифровая обработка сигналов и ее применение»*. 25-27 марта 2020; 200-205.

ОБ АВТОРАХ:

Иван Александрович Сорокин, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация E-mail: ivansorokin@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0977-3563>

Павел Николаевич Романов, старший преподаватель кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация E-mail: pavel.romanov011@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7656-8706>

Татьяна Евгеньевна Кондраненкова, старший преподаватель кафедры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 22 а., ул. Октябрьская, г. Княгинино, Нижегородская область, 606340, Российская Федерация E-mail: tat2192@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3901-3389>

REFERENCES

1. Khairulina T. P. Influence of different levels of soil moisture on the activity of enzymes in soybean leaves and seeds. In the collection: *adaptive technologies in crop production in the Amur region*. Blagoveshchensk, 2014; 16-21. (In Russian)
2. Abdullaev A.A., Dzumaev B.B., Ergashev A., Saboev I.A., Karimov Kh.Kh. Effect of drought on photosynthetic parameters of flag leaves of different wheat varieties. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences*. 2010; (4). 46-53. (In Russian)
3. Zubarev, Yu., Fomin, D., Chashchin, A., Zabolotnova, M. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture. *Bulletin of the Perm Federal Research Center*, 2019; (2), 47-51. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2019.2.5>(In Russian)
4. Sorokin I.A., Obukhov A.D., Romanov P.N., Shibaeva M.Yu. Application of the permutation decoding method in the control system of small unmanned aerial vehicles (drones, multicopters) / *Modern technologies. System analysis. Modeling*. 2019; (2) 186-195. (In Russian)
5. Sorokin I.A., Kondrankenkova T.Y., Chesnokov A.D., Shibaeva M.Y., Ochepovsky A.V. The use of coding-decoding systems on unmanned aircraft with the sensor networks operation *International Journal of Control and Automation*. 2020; Vol. 13. (1). P. 82-92.
6. Zolotarev V. V., Ovechkin G. V., Corresponding Member. RAS Zubareva Yu. B. ed. Noise-correcting coding. Methods and algorithms. Directory. M.: Hotline-Telecom, 2004: 126 (In Russian)]
7. Gladkikh A. A. Permutation decoding as a tool for improving the energy efficiency of data exchange systems. *Telecommunication*. 2017; (8). 52-56. (In Russian)
8. .Gladkikh, A. A., Davydov, I. Yu., Method for soft decoding of linear codes in the book: *Actual problems of physical and functional electronics. Materials of the 22nd All-Russian Youth Scientific School-Seminar*. 2019; 127-129. (In Russian)
9. Bloch, E. L., Popov O. V., Turin V. Ya. Error Source Models in Digital Information Transmission Channels M.: Svyaz, 1971: 312 (In Russian)
10. Gladkikh A.A. Fundamentals of the theory of soft decoding of redundant codes in an erasing communication channel Ulyanovsk: UIGTU, 2010; 253 (In Russian)
11. Zlotnik, B. M. Noise-immune codes in communication systems *Statistical Theory of Communication*. M.: Radio and communication, Vol. 31, 1989: 232. (In Russian)
12. Zyablov, V. V., Tsvetkov, M. A Method for detecting erroneous decoding using lists. *Information processes*. 2004; T. 4. (2). 188-201. (In Russian)
13. Damdam, M.A.Ya. Method of reducing the complexity of decoding non-binary redundant codes DSPA2020: dokl. 22nd International Conference "Digital signal processing and its application". March 25-27, 2020; 200-205. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Ivan Aleksandrovich Sorokin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Infocommunication Technologies and Communication Systems Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation E-mail: ivansorokin@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0977-3563>

Pavel Nikolaevich Romanov, Senior Lecturer, Department of Infocommunication Technologies and Communication Systems, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation E-mail: pavel.romanov011@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7656-8706>

Tatiana Evgenievna Kondranenkova, Senior Lecturer, Department of Infocommunication Technologies and Communication Systems, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 22 a., st. Oktyabrskaya, Knyaginino, Nizhny Novgorod Region, 606340, Russian Federation E-mail: tat2192@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3901-3389>

ОБ АВТОРАХ:

Вячеслав Анатольевич Ружьев, кандидат технических наук, доцент, декан Инженерно-технологического факультета, заведующий кафедрой «Технические системы в агробизнесе» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 2, Петербургское шоссе, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, 196601, Российская Федерация
E-mail: ruzhev_va@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3011-639X>

Наталья Александровна Стенина, кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», 5, ул. Марковцева, г. Кемерово, 650056, Российская Федерация
E-mail: stnat33@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5087-5732>

Николай Николаевич Пушкаренко, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: stl_mstu@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Vyacheslav Anatolievich Ruzhev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering and Technology, Head of the Department "Technical Systems in Agribusiness" federal state budgetary educational institution higher education "St. Petersburg State Agrarian University", 2, Petersburg highway, St. Petersburg, Pushkin, 196601, Russian Federation
E-mail: ruzhev_va@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3011-639X>

Natalya Alexandrovna Stenina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering, Kuzbass State Agricultural Academy, 5, st. Markovtseva, Kemerovo, 650056, Russian Federation
E-mail: stnat33@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5087-5732>

Nikolai Nikolaevich Pushkarenko, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agrarian University, 29, st. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: stl_mstu@mail.ru

С.Д. Батанов¹,
О.С. Старостина¹,
И.А. Баранова¹,
М.М. Лекомцев²,
С.И. Дьякин³,
В.Г. Семенов⁴ ✉

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация

² ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович, Удмуртская Республика, Глазовский район, д. Митино, Российская Федерация

³ ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, Ижевск, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ semenov_v.g@list.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Stepan D. Batanov¹,
Olga S. Starostina¹,
Irina A. Baranova¹,
Maxim M. Lecomcev²,
Sergey I. Dyakin³,
Vladimir G. Semenov⁴ ✉

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation

² IP KFH Lekomtsev Maxim Mikhailovich, Udmurt Republic, Glazovsky district, Mitino village, Russian Federation

³ IP KFH Lekomtseva Alexandra Aleksandrovna, Izhevsk, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ semenov_v.g@list.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Мобильные измерительные системы как инструмент для достоверного определения параметров экстерьера животных, живой массы и установления их взаимосвязи с интенсивностью роста

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Точный мониторинг живой массы животных дает важную информацию о состоянии здоровья, прогнозируемом возрасте снятия с откорма и сроках реализации скота. Однако взвешивание животных на всех этапах является процессом трудоемким, небезопасным для животноводов, и к тому же вызывает стресс у скота. Для преодоления этих проблем необходимо создание неинвазивных механизмов взвешивания. По результатам экспериментальных исследований разработан метод определения живой массы, основанный на сверхточных нейронных сетях, применяемых к глубинным изображениям животных.

Методы. Научные исследования проводились в 2021–2022 гг. в КФХ Лекомцева М.М. Глазовского района Удмуртской Республики. Объем выборочной совокупности животных составил 78 бычков, выращиваемых на мясо, и 75 телок, выращиваемых на ремонт стада. Все животные были распределены на три группы в зависимости от происхождения: 1-я группа — бычки (n = 27) и телочки (n = 25) черно-пестрой породы; 2-я группа — бычки (n = 25) и телочки (n = 25) абердин-ангусской породы; 3-я группа — помесные бычки (n = 26) и телочки (n = 25) первого поколения, полученные при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками-производителями абердин-ангусской породы. Интенсивность роста изучали по показателям живой массы и среднесуточных приростов. Животных взвешивали на электронных весах. Экстерьер оценивали по следующим промерам: высота в холке, прямая длина туловища, глубина груди, ширина груди, ширина зада в маклоках, ширина зада в седалищных буграх, прямая длина тазобедренной области, обхват пясти. Экстерьерные параметры были определены методом обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины Structure Sensor 3D.

Результаты. Выявлены биологическая закономерность формирования экстерьерно-конституциональных особенностей крупного рогатого скота в возрастной динамике и тесная взаимосвязь между параметрами телосложения и интенсивностью роста, которые дают основание полагать, что полученные расчетным путем величины индекса массы тела (у телок — 0,34–0,35, бычков — 0,28–0,29) могут быть использованы как коэффициенты прогноза живой массы молодняка, при этом исключается трудоемкий процесс взвешивания.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мобильные измерительные системы, экстерьер, живая масса, рост

Для цитирования: Батанов С.Д., Старостина О.С., Баранова И.А., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Мобильные измерительные системы как инструмент для достоверного определения параметров экстерьера животных, живой массы и установления их взаимосвязи с интенсивностью роста. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 141–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-141-146>

© Батанов С.Д., Старостина О.С., Баранова И.А., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г.

Mobile measuring systems as a tool for reliable measuring of the parameters of the exterior of animals, live weight and establishing their correlation with the intensity of growth

ABSTRACT

Relevance. Accurate monitoring of the live weight of animals provides important information about the state of health, the predicted age of removal from fattening and the timing of the sale of livestock. However, weighing animals at all stages is a time-consuming process, unsafe for livestock breeders; it also causes stress to livestock. To overcome these problems, it is necessary to create non-invasive weighing mechanisms. Based on the results of experimental studies, a method for determining live weight based on ultra-precise neural networks applied to deep images of animals has been developed.

Methods. Scientific research was carried out in 2021–2022 in the KFH Lekomtsev M.M., Glazovsky district of the Udmurt Republic. The volume of the sample set of animals was 78 bulls raised for meat and 75 heifers raised for herd repairs. All animals were divided into three groups depending on their origin: group 1 — bulls (n = 27) and heifers (n = 25) of the Black-and-White breed; group 2 — bulls (n = 25) and heifers (n = 25) of the Aberdeen-Angus breed; group 3 — crossbred bulls (n = 26) and heifers (n = 25) of the first generation, obtained by crossing Black-and-White cows with bulls-producers of the Aberdeen-Angus breed. The intensity of growth was studied by indicators of live weight and average daily gains. The animals were weighed on electronic scales. The exterior was evaluated according to the following measurements: height at the withers, straight trunk length, chest depth, chest width, width of loin at hips, width of loin at pin bones, straight hip length, circumference of cannon bone. Exterior parameters were determined by the method of processing images obtained using a depth sensor Structure Sensor 3D.

Results. The biological regularity of the formation of the exterior-constitutional features of cattle in age dynamics and the close correlation between the parameters of the physique and the intensity of growth have been revealed, which give reason to believe that the calculated values of the body mass index (in heifers — 0.34–0.35, bulls — 0.28–0.29) can be used as coefficients for predicting the live weight of young animals, excluding at the same time laborious weighing process.

Key words: cattle, mobile measuring systems, exterior, live weight, height

For citation: Batanov S.D., Starostina O.S., Baranova I.A., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Mobile measuring systems as a tool for reliable measuring of the parameters of the exterior of animals, live weight and establishing their correlation with the intensity of growth. Agrarian science. 2022; 364 (11): 141–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-141-146>

© Batanov S.D., Starostina O.S., Baranova I.A., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G.

Введение / Introduction

Оценка животных по признакам телосложения и изменение параметров экстерьеров крупного рогатого скота играют определенную роль в улучшении племенных качеств животных, повышении эффективности селекции и прогнозировании будущей продуктивности [1, 2].

Животных по внешнему виду оценивали уже более двух тысяч лет назад. Взаимосвязь между экстерьером, продуктивностью животных и живой массой выявили еще первые животноводы, создававшие местные породы скота методом народной селекции. Это обуславливалось тем, что экстерьер в известной мере связан с физиологическими функциями организма и позволяет в определенной степени оценивать продуктивные качества животных [3–6]. Размер тела (экстерьерные параметры) считается характеристикой, обусловленной наследственностью и подверженной влиянию большого количества внешних факторов [7, 8]. Плейотропные эффекты дают дополнительную информацию о корреляциях в отношении размера тела и являются результатом отбора, применяемого в целях дальнейшего совершенствования экстерьерного типа [9–13].

Эффективная технология производства говядины основана на принципе максимального использования биологического потенциала животных. Мясная продуктивность с учетом сложности и многовариантности её состава, специфики свойств анализируемых признаков определяется комплексом показателей. Одним из основных показателей являются возрастная динамика изменения интенсивности роста (среднесуточные приросты) и живой массы. Информация о массе тела и среднесуточных приростах растущих животных является ключевой не только для мониторинга эффективности откорма, но и для использования в генетических оценках с целью достижения устойчивого генетического прогресса [14].

Точный мониторинг живой массы животных также дает важную информацию о состоянии здоровья, прогнозируемом возрасте снятия с откорма и сроках реализации скота. Однако взвешивание животных на всех этапах является процессом трудоемким, небезопасным для животноводов, и к тому же вызывает стресс у скота. Для преодоления этих проблем необходимо создание неинвазивных механизмов взвешивания. По результатам экспериментальных исследований разработан метод определения живой массы, основанный на сверхточных нейронных сетях, применяемых к глубинным изображениям животных. При этом сопоставление параметров телосложения и живой массы является достаточным для прогноза веса животного [15–19].

Цель исследований — анализ экстерьерных параметров крупного рогатого скота, выявление взаимосвязи их с живой массой и интенсивностью роста в возрастной динамике, а также разработка модели прогноза живой массы с использованием мобильных систем.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научные исследования проводились в 2021–2022 гг. в КФХ Лекомцев М.М. Глазовского района Удмуртской Республики. Объем выборочной совокупности животных составил 153 головы молодняка (в возрасте 18 месяцев) разного происхождения: 78 бычков, выращиваемых на мясо, и 75 телок, выращиваемых на ремонт стада. Все животные были распределены на три группы в зависимости от происхождения: 1-я группа — бычки (n = 27) и телочки (n = 25) черно-пестрой породы; 2-я

группа — бычки (n = 25) и телочки (n = 25) абердин-ангусской породы; 3-я группа — помесные бычки (n = 26) и телочки (n = 25) первого поколения, полученные при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками-производителями абердин-ангусской породы.

Интенсивность роста изучали по показателям живой массы и среднесуточных приростов. Животных взвешивали на электронных весах. Экстерьер оценивали по следующим промерам: высота в холке, прямая длина туловища, глубина груди, ширина груди, ширина зада в маклоках, ширина зада в седалищных буграх, прямая длина тазобедренной области, обхват пясти.

Экстерьерные параметры были определены методом обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины Structure Sensor 3D. Сенсор глубины представляет собой камеру, которая крепится к планшетному устройству и позволяет захватывать трехмерное изображение объектов. Программное обеспечение Skanect Pro для сенсора позволяет получать информацию о расстоянии между объектами, расстоянии от камеры до объекта и определять любой линейный размер самого объекта в режиме реального времени. Основное преимущество использования сенсора глубины заключается в возможности определения размеров объекта без стрессового воздействия на животных. По полученной модели животного были определены все исследуемые экстерьерные параметры.

На основании полученных данных были разработаны формулы (1) и (2) определения комплексного экстерьерного индекса (индекс туловища, ИТ) и коэффициента прогноза живой массы по параметрам телосложения (индекс массы тела, ИМТ).

$$ИТ = \sqrt{\frac{V_{\text{туловища}}}{ОП}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{туловища}} = 1/3(ГГ \cdot ШГ + \sqrt{ГГ \cdot ШГ \cdot ДТОБ \cdot ШЗ}) + ДТОБ \cdot ШЗ$, ГГ — глубина груди, см; ШГ — ширина груди, см, ДТОБ — длина тазобедренной области, см, ШЗ — ширина зада в седалищных буграх, см, ОП — обхват пясти, см;

$$ИМТ = ИТ/m, \quad (2)$$

где m — масса в кг.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При интенсификации животноводства возрастает значение способности животных адаптироваться к внешним условиям, и в связи с этим повышается важность оценки экстерьерно-конституциональных особенностей как свойства животных индивидуально реагировать на влияние изменяющихся условий внешней среды. Продуктивность, экстерьер и живая масса взаимосвязаны между собой и отражают обмен веществ, свойственный каждому индивиду. Изучение экстерьера основано на трех основных принципах:

— направление продуктивности животного и ее уровень находят свое отражение в особенностях телосложения;

— наружные формы телосложения коррелятивно связаны между собой и с развитием внутренних органов животного;

— особенности экстерьера определяются породными особенностями животного [18].

Характеристика исследований анализируемых групп молодняка по экстерьерным показателям приведена в табл. 1.

В целом, оценивая экстерьер животных, необходимо отметить, что бычки и телки имеют крепкое и глубокое туловище, хорошие параметры развития тела в высоту, правильно поставленные передние и задние конечности. Развитие экстерьерных особенностей молодняка анализируемых групп имеет достаточно выровненный характер. При этом следует отметить, что изменчивость изучаемых признаков варьировала от 2,9% до 17,4%. Вариативность селекционно-генетических параметров телосложения и интенсивности роста молодняка черно-пестрой породы находилась в пределах 2,9–8,7%, чистопородной абердин-ангусской породы — 2,1–11,5%, а помесного молодняка — 5,3–17,4%.

Для изучения изменчивости признаков экстерьера использовали индивидуальные оценки животных, которые в совокупности характеризовали уровень развития популяции скота по исследуемым показателям. Наиболее объективный показатель вариативности признака — коэффициент изменчивости, поскольку он, выражаемый в процентах, универсален для любого признака.

Анализ данных показывает, что по признакам телосложения как бычки, так и телочки имеют относительно невысокую изменчивость. Установлено, что наименее изменчивы такие признаки, как рост животного (2,9–8,7%), длина тазобедренной области (3,4–9,5%). Максимальной изменчивостью отличались среднесуточный прирост (5,9–17,4%), живая масса (5,7–16,9%) и обхват пясти (8,2–13,2%). По этим признакам возможен более успешный отбор, чем по признакам с низким коэффициентом изменчивости.

Сравнительный анализ экстерьерно-конституциональных особенностей животных разной породной принадлежности показал, что тип телосложения у анализируемого поголовья соответствует генетически обусловленному направлению продуктивности, и животные обладают отличительными особенностями. Телки и бычки черно-пестрой породы обладают более растянутым телосложением. При этом выявлено их превосходство над сверстниками абердин-ангусской породы по прямой длине туловища на 4,2% и 2,7% ($P < 0,05$); однако они значительно уступают им по высоте в холке — на 1,1% и 1,9%. Молодняк абердин-ангусской породы как мясной скот имеет более объемное ту-

Таблица 1. Селекционно-генетические показатели экстерьера и живой массы телок и бычков (возраст 18 мес.)

Table 1. Selection and genetic indicators of the exterior and live weight of heifers and bulls (age 18 months)

Показатель	Телки			Бычки		
	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Cv, %	lim	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Cv, %	lim
(а) 1-я группа (черно-пестрая порода)						
Живая масса, кг	375,8±4,7	8,1	361–427	478,0±4,4	5,7	457–502
Среднесуточный прирост, г	657,5±18,9	5,9	596,5–765,3	782,9±18,2	6,1	697–853
Высота в холке, см	126,9±0,5	2,9	121,2–132,7	129,9±0,8	3,5	123,4–132,7
Прямая длина туловища, см	128,7±1,4	3,7	125,2–134,8	138,9±0,9	2,4	134,8–145,1
Ширина груди, см	37,3±0,4	7,2	34,3–42,30	40,2±0,9	3,7	37,2–45,6
Глубина груди, см	67,6±0,4	3,3	62,4–69,6	71,2±0,6	5,1	63,7–75,8
Ширина в маклоках, см	45,6±0,9	3,5	40,3–51,0	47,2±0,6	7,5	39,9–53,1
Длина тазобедренной области, см	79,1±0,4	3,4	73,5–84,0	78,1±0,5	3,4	73,5–85,4
Обхват пясти, см	19,4±0,6	8,7	16,0–21,0	20,2±0,5	8,2	18,3–22,7
Ширина зада в седельных буграх, см	29,3±0,6	4,5	24,5–33,7	31,7±0,9	5,7	26,4–34,3
Индекс туловища	126,8±2,9	9,1	122,7–131,2	135,3±1,5	5,3	131,5–140,6
Индекс массы тела	0,337±0,011	11,4	0,331–0,342	0,283±0,002	8,8	0,267–0,291
(б) 2-я группа (абердин-ангусская порода)						
Живая масса, кг	388,9±8,9	9,5	362–405	515,2±2,5	6,9	459–535
Среднесуточный прирост, г	659,7±19,3	9,9	598,2–689,4	844,7±17,6	7,1	791,3–1032,5
Высота в холке, см	128,2±2,7	8,7	125,4–137,5	132,5±1,5	3,1	127,7–141,5
Прямая длина туловища, см	125,6±2,1	10,8	121,1–132,8	135,3±1,5	6,9	131,3–142,9
Ширина груди, см	39,8±0,6	9,5	35,6–43,4	43,5±0,5	2,9	37,4–47,1
Глубина груди, см	73,7±1,6	9,2	67,9–80,5	79,3±1,2	2,1	71,5–87,1
Ширина в маклоках, см	42,2±1,8	7,4	38,1–46,4	46,7±2,2	10,4	41,0–52,8
Длина тазобедренной области, см	84,3±1,9	7,9	78,2–90,6	85,0±5,5	8,6	81,4–92,1
Обхват пясти, см	21,5±0,5	8,3	19,3–23,1	22,8±0,7	9,5	18,3–24,8
Ширина зада в седельных буграх, см	39,1±0,8	9,0	34,5–43,7	43,4±1,5	6,7	37,2–46,7
Индекс туловища	134,9±3,6	11,2	134,1–146,81	145,4±3,1	3,6	138,4–152,7
Индекс массы тела	0,347±0,004	4,7	0,345–0,351	0,282±0,001	7,7	0,279–0,289
(с) 3-я группа (помесь 1-го поколения — черно-пестрая и абердин-ангусская породы)						
Живая масса, кг	393,3±4,5	16,9	357–442	502,7±6,7	12,3	475–529
Среднесуточный прирост, г	624,5±28,6	17,4	578,2–704,5	884,6±20,2	13,6	830,5–1045,7
Высота в холке, см	130,4±8,9	6,5	124,9–135,3	132,3±2,6	6,3	125,9–141,3
Прямая длина туловища, см	125,1±7,1	15,3	117,1–133,7	132,5±2,8	8,2	124,7–137,0
Ширина груди, см	38,2±0,6	7,5	35,5–41,4	41,9±1,9	11,6	36,9–44,8
Глубина груди, см	71,8±3,6	13,4	67,6–75,2	78,6±2,5	5,3	74,7–85,1
Ширина в маклоках, см	43,4±1,5	8,3	39,0–46,9	47,2±1,7	6,3	43,8–51,0
Длина тазобедренной области, см	99,8±3,8	9,5	94,1–106,5	105,1±2,7	6,2	101,3–110,7
Обхват пясти, см	21,6±1,3	13,2	18,2–23,4	23,8±0,6	9,6	21,7–24,9
Ширина зада в седельных буграх, см	37,5±1,0	6,4	34,9–41,5	41,1±0,9	3,9	37,2–43,9
Индекс туловища	136,7±6,9	14,2	132,8–146,9	145,1±3,0	3,9	139,6–154,7
Индекс массы тела	0,347±0,009	11,4	0,341–0,353	0,289±0,009	5,7	0,281–0,292

ловище, сбитый тип телосложения с хорошо развитой грудной областью и задней третью туловища. Телки и бычки 2-й группы превосходят своих сверстников 1-й группы по ширине груди на 6,7% и 8,3% ($P < 0,05$), глубине груди — на 8,9% ($P < 0,05$) и 11,4% ($P < 0,01$), ширина зада в седалищных буграх — на 33,2% и 36,6% ($P < 0,001$). Животные мясной породы характеризуются более сильным развитием костной системы. Обхват пясти у молодняка абердин-ангусской породы был выше на 10,6% и 12,8% ($P < 0,05$). Помесные животные (3-я группа) занимают промежуточное положение в основном по всем анализируемым параметрам экстерьера.

Отдельно взятые промеры, рассматриваемые изолированно друг от друга, не характеризуют экстерьер животного в целостности и не дают полного представления о типе телосложения и развитии организма в комплексе. Поэтому в практике чаще всего их выражают в соотношении между собой или в процентах от какого-то основного промера, то есть высчитывают индексы телосложения. Разработанная нами формула определения индекса туловища позволила провести комплексную оценку экстерьера в числовом выражении (табл. 1).

Полученные результаты показывают, что средний экстерьерный индекс туловища в изучаемой выборке животных является величиной относительно постоянной и варьируется между группами: у телок в пределах 6,3–7,8%; у бычков — 7,2–7,8%. Следует отметить, что анализируемый комплексный экстерьерный индекс (индекс туловища) свидетельствует о генетической обусловленности формирования типа телосложения у крупного рогатого скота разного направления продуктивности.

Признаки экстерьера, живая масса и интенсивность роста скота характеризуются определенной взаимосвязью между собой. Многие признаки положительно или отрицательно связаны друг с другом. При этом взаимосвязь между признаками может быть сильной или слабой (табл. 2).

Выявлена определенная взаимосвязь между экстерьером, живой массой и среднесуточными приростами, которая варьировала в пределах от $-0,09$ до $+0,76$. Высокая положительная корреляционная связь (коэффициент) выявлена в показателях «прямая длина туловища — живая масса» ($0,65-0,76$), «прямая длина туло-

Таблица 2. Взаимосвязь показателей экстерьера, живой массы и среднесуточных приростов (коэффициент корреляции)

Table 2. The relationship between the indicators of the exterior, body weight and average daily gains

	Бычки		Телки	
	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г
Высота в холке, см	0,54	0,34	0,32	0,43
Прямая длина туловища, см	0,65	0,47	0,76	0,51
Ширина груди, см	0,32	0,25	0,47	0,25
Глубина груди, см	0,68	0,38	0,62	0,43
Ширина в маклоках, см	0,68	0,54	0,66	0,33
Длина тазобедренной области, см	0,33	0,31	0,24	0,39
Ширина зада в седалищных буграх, см	0,73	0,64	0,61	0,55
Обхват пясти, см	$-0,13$	$-0,09$	$-0,11$	$-0,14$
Индекс туловища	0,77	0,59	0,65	0,68

вища — среднесуточный прирост» ($0,47-0,51$), «глубина груди — живая масса» ($0,62-0,68$), «ширина зада в седалищных буграх — живая масса» ($0,61-0,73$), «ширина зада в седалищных буграх — среднесуточный прирост» ($0,55-0,64$).

Слабая (близкая к нулю) отрицательная корреляционная связь отмечена между обхватом пясти с живой массой ($0,11-0,13$) и среднесуточными приростами ($0,09-0,14$). Выявлена высокая положительная связь «комплексный индекс туловища — живая масса» ($0,61-0,73$) и «комплексный индекс туловища — среднесуточный прирост» ($0,55-0,64$). На основании выявленных биологических закономерностей взаимосвязи телосложения животных с их живой массой установлен коэффициент прогноза живой массы (индекс массы тела), который составил у телок $0,34-0,35$, а у бычков — $0,28-0,29$.

Выводы / Conclusion

Выявленная биологическая закономерность формирования экстерьерно-конституциональных особенностей крупного рогатого скота в возрастной динамике и тесная взаимосвязь между параметрами телосложения и интенсивностью роста дают основание полагать, что полученные расчетным путем величины индекса массы тела (у телок — $0,34-0,35$, бычков — $0,28-0,29$) могут быть использованы как коэффициент прогноза живой массы молодняка, при этом исключается трудоемкий процесс взвешивания.

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. Батанов С.Д., Баранова И.А., Старостина О.С. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий. Зоотехния. 2019; 7: п. 2-8 doi: 10.25708/ZT.2019.28.41.001

REFERENCES

1. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Development of a model of complex assessment of dairy cattle exterior and productivity using digital technologies. J. Zootechniya. 2019; 7: p. 2-8 doi: 10.25708/ZT.2019.28.41.001 (In Russian)

2. Aytekin I, Eydurán E, Karadas K, Aksahat R and Keskin I Prediction of Fattening Final Live Weight from some Body Measurements and Fattening Period in Young Bulls of Crossbred and Exotic Breeds using MARS Data Mining Algorithm. *Pakistan J. of zoology*. 2018; 50(1): p.189-195 doi: 10.17582/journal.pjz/2018.50.1.189.195
3. Vedmedenko OV The Effect of Genotypes and Paratype Factors on Cow Productivity. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2019. doi: 10.37406/2706-9052-2019-1-4
4. Milostiviy R and Chernenko O Correlations between Environmental Factors and Milk Production of Holstein Cows. *Data*. 2019; 4(104). doi:10.3390/data4030103
5. Karamfilov S Study on the exterior traits of cows of montbeliard Breed 1. Exterior measurements. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2014; 17(5): p. 1104-1115.
6. Ляшенко В.В., Ситникова И.В. Оценка типа телосложения высокопродуктивных коров голштинской породы Нива Поволжья. 2013; 3(28): p. 118-123.
7. Karamaev S, Karamaeva A and Bakaeva L Features of the formation of the immune status in calves with different methods of feeding with colostrum. *E3S Web of Conferences. (Voronezh: EDP Sciences)*. 2021: 02052. doi: 10.1051/e3sconf/202124402052
8. Iwanowska A and Pospiech E Comparison of slaughter value and muscle properties of selected cattle breeds in Poland – Review. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2010; 9(1): pp. 7-22.
9. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и помесей второго поколения с герефордской породой. *Зоотехния*. 2013; 8: p. 20.
10. Donetskih AG, Griksas SA, Korenevskaya PA and Gurin AV Beef productivity of steers of different types of productivity. *J. Glavnyi Zootechnik*. 2022; 1(222): p. 10-18. doi: 10.33920/sel-03-2201-02
11. Иванов В.Н., Мазуров В.Н. Биологические особенности роста, развития и формирования мясной продуктивности у бычков разных генотипов *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2009; 3: p. 76-83.
12. Киселева М.В. Влияние антистрессовых препаратов и стимуляторов роста на мясную продуктивность бычков герефордской породы *Зоотехния*. 2008; 2: p. 21-22.
13. Tutkun M Estimation of live weight of holstein-friesian bulls by using body linear measurements. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2019; 17(2): p.2257-2265. doi: 10.15666/aeer/1702_22572265
14. MacNeil MD, Berry DP, Clark SA, Crowley JJ and Scholtz MM Evaluation of partial body weight for predicting body weight and average daily gain in growing beef cattle. *Translational Animal Science*. 2021; 5(3). doi: 10.1093/tas/txab126
15. Meckbach C Tiesmeyer Vand Traulsen I A promising approach to wards precise animal weight monitoring using convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 183. doi: 10.1016/j.compag.2021.106056
16. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315: 032006 doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
17. Суллет И.Л. Методы селекции сельскохозяйственных животных. Санкт-Петербург: Проспект Науки. 2017: p. 136.
18. Konstandoglo A, Foksha V, Stratan G and Stratan D Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2017; 60: p. 35-39.
19. Brade W Body size of Holstein cows – A critical analysis from the point of view of breeding and animal welfare. *Berichte über Landwirtschaft*. 2017; 95: 3.
2. Aytekin I, Eydurán E, Karadas K, Aksahat R and Keskin I Prediction of Fattening Final Live Weight from some Body Measurements and Fattening Period in Young Bulls of Crossbred and Exotic Breeds using MARS Data Mining Algorithm. *Pakistan J. of zoology*. 2018; 50(1): p.189-195 doi: 10.17582/journal.pjz/2018.50.1.189.195
3. Vedmedenko OV The Effect of Genotypes and Paratype Factors on Cow Productivity. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2019. doi: 10.37406/2706-9052-2019-1-4
4. Milostiviy R and Chernenko O Correlations between Environmental Factors and Milk Production of Holstein Cows. *Data*. 2019; 4(104). doi:10.3390/data4030103
5. Karamfilov S Study on the exterior traits of cows of montbeliard Breed 1. Exterior measurements. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2014; 17(5): p. 1104-1115.
6. Lyashenko VV and Sitnikova IV Assessment of body conformation type of highly-productive holstein cows. *J. Niva Povolgiya*. 2013; 3(28): p. 118-123 (In Russian)
7. Karamaev S, Karamaeva A and Bakaeva L Features of the formation of the immune status in calves with different methods of feeding with colostrum. *E3S Web of Conferences. (Voronezh: EDP Sciences)*. 2021: 02052. doi: 10.1051/e3sconf/202124402052
8. Iwanowska A and Pospiech E Comparison of slaughter value and muscle properties of selected cattle breeds in Poland – Revue. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2010; 9(1): pp. 7-22.
9. Batanov SD and Korepanova LV Formation of meat productivity at black-and-white bull-calves and crossbreeds of the second generation with hereford. *J. Zootechniya*. 2013; 8: p. 20. (In Russian)
10. Donetskih AG, Griksas SA, Korenevskaya PA and Gurin AV Beef productivity of steers of different types of productivity. *J. Glavnyi Zootechnik*. 2022; 1(222): p. 10-18. doi: 10.33920/sel-03-2201-02
11. Ivanov VN and Mazurov VN Biological characteristics of growth, development and formation of meat productivity in bulls of various genotypes. *Problems of biology of productive animals*. 2009; 3: p. 76-83. (In Russian)
12. Kiseleva MV Influence of antistress preparations and stimulants on meat production of hereford bullocks. *J. Zootechniya*. 2008; 2: p. 21-22. (In Russian)
13. Tutkun M Estimation of live weight of holstein-friesian bulls by using body linear measurements. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2019; 17(2): p.2257-2265. doi: 10.15666/aeer/1702_22572265
14. MacNeil MD, Berry DP, Clark SA, Crowley JJ and Scholtz MM Evaluation of partial body weight for predicting body weight and average daily gain in growing beef cattle. *Translational Animal Science*. 2021; 5(3). doi: 10.1093/tas/txab126
15. Meckbach C Tiesmeyer Vand Traulsen I A promising approach to wards precise animal weight monitoring using convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 183. doi: 10.1016/j.compag.2021.106056
16. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315: 032006 doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
17. Suller IL Breeding dairy cattle. *Saint Petersburg: Prospect Nauki*. 2017: p. 136. (In Russian)
18. Konstandoglo A, Foksha V, Stratan G and Stratan D Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2017; 60: p. 35-39.
19. Brade W Body size of Holstein cows – A critical analysis from the point of view of breeding and animal welfare. *Berichte über Landwirtschaft*. 2017; 95: 3.

ОБ АВТОРАХ:

Степан Дмитриевич Батанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии переработки продукции животноводства
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация
E-mail: stepanbatanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Ольга Степановна Старостина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS:

Stepan Dmitrievich Batanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology for Processing Livestock Products
Izhevsk State Agricultural Academy, 11, Student str., Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation
E-mail: stepanbatanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Olga Stepanovna Starostina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology for Processing Livestock Products
Izhevsk State Agricultural Academy, 11 Studentskaya Str., Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Андреевна Баранова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>.

Максим Михайлович Лекомцев, глава КФХ, ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович, ул. Северная, д. 5а, д. Митино, Глазовский район, Удмуртская Республика, 427612, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

Сергей Игоревич Дьякин, технолог цеха откорма КРС, ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, ул. Воткинское шоссе, д. 128а, кв. 78, Ижевск, Удмуртская Республика, 426025, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

Владимир Григорьевич Семенов, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет», ул. К. Маркса, д. 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>.

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Andreevna Baranova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department "Automated Electric Drive", Izhevsk State Agricultural Academy, Studentskaya str., 11, Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>.

Maxim Mikhailovich Lekomtsev, Head of KFH, IP KFH Lekomtsev Maxim Mikhailovich, Severnaya str., 5a, Mitino village, Glazovsky district, Udmurt Republic, 427612, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

Sergey Igorevich Dyakin, technologist of the cattle fattening shop, IP KFH Lekomtseva Alexandra Alexandrovna, Votkinskoe shosse str., 128a, sq. 78, Izhevsk, Udmurt Republic, 426025, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

Vladimir Grigorievich Semenov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Medicine and Therapy, Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>.

УДК 637.334.34

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-147-153

Г.А. Ларионов, ✉
О.В. Каюкова,
Н.В. Щипцова

Чувашский государственный аграрный
университет, Чебоксары, Российская
Федерация

✉ larionovga@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Разработка технологии производства сыра «Качотта» для фермерских хозяйств

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Российские фермеры в последние годы начали открывать небольшие сыроварни. При выполнении требований технологии производства сыры фермеров по качеству не уступают сырам, произведенным промышленным способом. Наши исследования направлены на разработку технологии производства сыра «Качотта» для фермеров.

Методы. Массовую долю белка в молоке определяли методом Кельдаля, массовую долю жира — кислотным методом, массовую долю сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка — расчетным методом. Ультразвуковым методом определили в молоке массовые доли молочного жира, белка, лактозы, сухого молочного остатка, сухого обезжиренного молочного остатка, минеральных солей, количество добавленной воды, плотность, точку замерзания, степень гомогенизации, температуру. На анализе молока определяли активную кислотность и титруемую кислотность, окислительно-восстановительный потенциал и температуру молока.

Результаты. В условиях лаборатории разработали технологию производства полутвердого сыра «Качотта», рекомендованную для производства в условиях фермерского хозяйства.

Ключевые слова: молоко, качество, переработка, технология, фермер, сыр, Качотта

Для цитирования: Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Щипцова Н.В. Разработка технологии производства сыра «Качотта» для фермерских хозяйств. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 147–153. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-147-153>

© Ларионов Г.А., Каюкова О.В., Щипцова Н.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-147-153

Gennady A. Larionov, ✉
Olga V. Kayukova,
Nadezhda V. Schiptsova

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ larionovga@mail.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Development of technology for the production of cheese “Caciotta” for farms

ABSTRACT

Relevance. Russian farmers in recent years have begun to open small cheese factories. When meeting the requirements of production technology, farmers' cheeses are not inferior in quality to industrially produced cheeses. In this regard, the relevance of the development of technologies for the production of cheese in a farm is high. Research is aimed at developing a technology for the production of cheese “Caciotta” for farmers.

Methods. The mass fraction of protein in milk was determined by the Kjeldahl method, the mass fraction of fat — by the acid method, the mass fraction of dry matter and dry skimmed milk residue — by the calculation method. The mass fractions of milk fat, protein, lactose, dry milk residue, dry skimmed milk residue, mineral salts, the amount of added water, density, freezing point, degree of homogenization, and temperature were determined by ultra-sonic method. Active acidity and titratable acidity, redox potential and temperature of milk were determined on a milk analyzer.

Results. Under laboratory conditions, a technology for the production of semi-hard “Caciotta” cheese was developed, which is recommended for production on a farm.

Key words: milk, quality, processing, technology, farmer, cheese, Caciotta

For citation: Larionov G.A., Kayukova O.V., Schiptsova N.V. Development of technology for the production of cheese “Caciotta” for farms. Agrarian science. 2022; 364 (11): 147–153. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-147-153> (In Russian).

© Larionov G.A., Kayukova O.V., Schiptsova N.V.

Введение / Introduction

В России основным сырьем для производства сыров является молоко коров. Качество молока влияет на товарные свойства продукции. На органолептические, физико-химические, микробиологические и технологические свойства молока влияют различные факторы [1–6]. Охлажденное молоко от одной коровы сохраняет свои первоначальные свойства более длительное время, чем молоко, полученное от стада [7]. Температура хранения сырого молока влияет на изменения свойств молока при его переработке [8]. Качество сыра в основном связано с качеством сырого молока, используемого при его производстве [9]. Продолжительность лактации значительно влияет на органолептические, физико-химические свойства и показатели сыропригодности молока [10, 11].

В последние годы российские фермеры начали открывать небольшие сыроварни [12–14]. Сыроварни фермеров отличаются оснащенностью оборудованием, качеством перерабатываемого молока, ассортиментом производимой продукции и т.д. В связи с этим является актуальной разработка технологий для производства отдельных видов сыров в небольших фермерских хозяйствах из молока коров. Сыры, произведенные из сыропригодного молока в условиях фермерского хозяйства, по качеству не уступают сырам, произведенным промышленным способом [15].

Существует тесная взаимосвязь между качеством сырого молока и качеством сыров [16]. На качество сыра влияют различные факторы, в том числе количество и состав молочного жира [17, 18], температура обработки молока [19, 20]. Распространенность *S. aureus* и других микроорганизмов при производстве сыра является основанием для беспокойства по поводу безопасности пищевых продуктов [21, 22, 23].

В производстве сыра соблюдение технологических режимов является обязательным требованием [24]. Для производства сыров используются различные закваски [25–28]. Установлено, что из-за длительного использования сырные рассолы постепенно обогащаются органическими веществами, что приводит к увеличению количества микроорганизмов в рассоле. Ученые оценили возможность использования газообразного озона для уменьшения микробного загрязнения использованных рассолов [29]. Известно влияние сезона производства и времени созревания сыра [30], химического состава на его органолептические свойства [31].

Одним из сыров, производимых из молока коров и коз, является полутвердый сыр «Качотта». «Качотту» изготавливают в виде цилиндрических головок от 0,5 кг до 8 кг. Период созревания — от 5 до 90 суток. «Качотта» — традиционный итальянский сыр, отличается мягкой текстурой, желтым цветом с белым краем, умеренным ароматом.

Цель работы — разработать технологию полутвердого сыра «Качотта» для производства в условиях фермерских хозяйств.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования по изучению химического состава молока коров учебного научно-практического центра «Студенческий» Чувашского государственного аграрного университета, а также органолептических, физико-химических и микробиологических показателей сыра «Качота» провели на базе Испытательного лабораторного центра и лаборатории по технологии молока и молочных продуктов.

В Испытательном лабораторном центре массовую долю белка определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 34454-2018 «Продукция молочная. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля». Массовую долю жира — кислотным методом Гербера по ГОСТ 5867–90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира». Массовую долю сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка — расчетным методом по ГОСТ Р 54668-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества». Массовую долю хлористого натрия в сыре определяли по ГОСТ 33569-2015 «Молочная продукция. Кондуктометрический метод определения массовой доли хлористого натрия». Органолептические показатели сыра (внешний вид, вкус и запах, консистенция, рисунок и цвет) определяли по ГОСТ 33630-2015 «Сыры и сыры плавленые. Методы контроля органолептических показателей».

Для контроля качества и своевременной подготовки молока для производства сыра в лаборатории по технологии молока и молочных продуктов экспресс-методом исследовали физические свойства и химический состав. На анализаторе «Клевер-2М» ультразвуковым методом определяли в молоке массовые доли молочного жира, белка, лактозы, сухого молочного остатка, сухого обезжиренного молочного остатка, минеральных солей, количество добавленной воды, плотность, точку замерзания, степень гомогенизации, температуру молока. На анализаторе «Нитрон — pH» определяли активную кислотность (pH), титруемую кислотность (°T), окислительно-восстановительный потенциал (мВ), температуру молока (°C).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При изучении химического состава выявили, что массовая доля белка (МДБ) в молоке коров утренней и вечерней дойки одинаковая. МДБ в нормализованном молоке составила 3,4%. Массовая доля жира (МДЖ) в молоке утренней дойки превышала жирность молока вечерней дойки в 1,2 раза. МДЖ в нормализованном молоке — 2,8%. Массовая доля лактозы (МДЛ) в молоке утренней и вечерней дойки, а также в нормализованном молоке одинаковая. Массовая доля солей (МДС) в молоке утренней и вечерней дойки отличалась на 0,1%. МДС в нормализованном молоке составила 0,75%. Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) в молоке утренней и вечерней дойки отличалась незначительно. Содержание СОМО в нормализованном молоке составило 8,7%. Массовая доля сухого молочного остатка (СМО) в вечернем молоке на 0,8% меньше, чем в молоке утренней дойки, что вызвано снижением количества жира. В нормализованном молоке количество СМО составило 11,6%.

Результаты исследований молока утренней и вечерней дойки, а также нормализованного молока приведены в табл. 1.

Изучили физико-химические свойства молока. Плотность утреннего и вечернего молока соответствовала требованиям высшего сорта по ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Плотность нормализованного молока составила 1030,56 кг/м³. Температура замерзания утреннего, вечернего и нормализованного молока соответствовала предъявляемым требованиям. Титруемая кислотность молока утренней и вечерней дойки, а также нормализованного по требованиям ГОСТ Р 52054-2003 соответствовала высшему

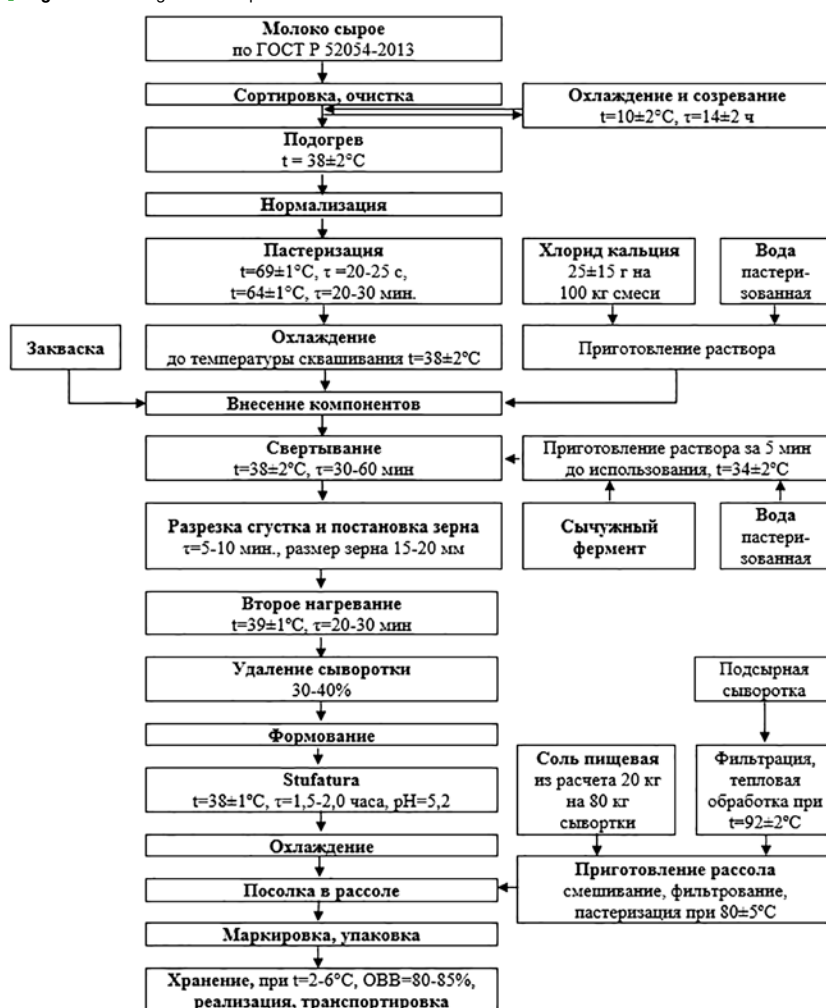
Таблица 1. Состав и свойства молока
Table 1. Composition and properties of milk

Показатель	Молоко		Требования для молока
	сырое*	нормализованное	
МДБ, %	$3,2 \pm 0,02$ $3,2 \pm 0,02$	$3,4 \pm 0,02$	Не < 2,8
МДЖ, %	$5,1 \pm 0,08$ $4,3 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,03$	Не < 2,8
МДЛ, %	$4,6 \pm 0,01$ $4,6 \pm 0,01$	$4,6 \pm 0,01$	4,6
МДС, %	$0,74 \pm 0,01$ $0,73 \pm 0,01$	$0,75 \pm 0,01$	0,74
СОМО, %	$8,6 \pm 0,02$ $8,5 \pm 0,01$	$8,7 \pm 0,01$	Не < 8,2
СМО, %	$13,7 \pm 0,07$ $12,9 \pm 0,02$	$11,6 \pm 0,01$	Не < 12,5
Плотность, кг/м ³	$1028,03 \pm 0,14$ $1028,59 \pm 0,14$	$1030,56 \pm 0,05$	Не < 1027,0
Температура замерзания, °C	$-0,546 \pm 0,001$ $-0,541 \pm 0,001$	$0,540 \pm 0,002$	Не > -0,520
Титруемая кислотность, °T	$16,64 \pm 0,01$ $16,99 \pm 0,09$	$17,65 \pm 0,14$	16–21
Активная кислотность (pH)	$6,69 \pm 0,006$ $6,67 \pm 0,003$	$6,64 \pm 0,003$	6,6–6,9

Примечание: * — в числителе — молоко утренней дойки, в знаменателе — вечерней

Рис. 1. Блок-схема производства сыра «Качотта»

Fig. 1. Block diagram of the production of cheese «Caciotta»



сорта. Активная кислотность (pH) молока утренней, вечерней дойки и нормализованного характерна для свежего молока.

Таким образом, молоко, поступающее в лабораторию, по химическому составу и физико-химическим свойствам соответствует требованиям для производства полутвердого сыра.

Производство сыра «Качотта» осуществили в соответствии с технологической схемой, приведенной на рис. 1.

Технология производства сыра «Качотта» начинается с приемки и подготовки сырья. В лабораторию молоко поступает в молочных флягах. При приемке молока молочные фляги снаружи обмывали водой, проводили отбор проб и определение качества молока.

После приемки молоко фильтровали и направляли в ванну длительной пастеризации (ВДП). Молоко подогревали до температуры 36–40 °C для сепарирования на сепараторе «Мотор СИЧ СЦМ-100». Этот сепаратор позволяет не только разделить молоко на обезжиренное молоко и сливки, но и проводить более тщательную очистку за счет действия центробежной силы. Обезжиренное молоко использовали для получения нормализованной по массовой доле белка и жира смеси. Для производства сыра «Качотта» важно, чтобы соотношение белка к жиру было 1,0:1,2. Увеличение жирности смеси или её уменьшение влияет на пластичность сыра и его качество.

Нормализованное молоко пастеризовали при температуре 68–70 °C, выдерживали 25–35 с и охлаждали до температуры сквашивания 36–38 °C. Для заквашивания использовали закваску прямого внесения ТСС-20. Рабочая температура для этой закваски — 37 °C. Закваску растворяли в 50 мл теплой воды и осторожно перемешивали. Раствор закваски вливали в молоко, перемешивали в течение 60 минут. В заквашенную смесь вносили раствор хлорида кальция.

Для свертывания молока использовали сычужный фермент Naturen Extra 220. Раствор сычужного фермента вносили тонкой струйкой в сквашенную смесь. Для равномерного распределения раствора сычужного фермента смесь перемешивали 2 минуты, выключали мешалку, останавливали вращение молока и оставляли для свертывания. Время образования сгустка в среднем составляет от 30 до 60 минут и зависит

от фермента и зрелости молока. Сгусток должен быть ровным с гладкой поверхностью без расслоений. Он не должен быть слишком мягким и слишком твердым.

Сгусток должен легко отходить от стенок ванны, не прилипая к ним. Готовность сгустка определяли визуально на излом. Затем сгусток разрезали лирой и оставляли для выделения сыворотки. Далее приступали к постановке зерна. Важно работать аккуратно и не поломать зерно, так как оно ещё не окрепло. В конце обработки сгустка сырные зерна были одинакового размера — 8–10 мм. После постановки сырного зерна проводили его сушку. Во время сушки при постоянном помешивании сырное зерно активно выделяет сыворотку. Этот процесс называется синерезис. При этом зерно постепенно уплотняется, уменьшается в размере и становится более упругим, плотным.

Сырное зерно укладывали в формы и формировали круглую головку сыра. Особенностью технологии производства сыра «Качотта» является прогревание сырных головок — «stufatura». Для проведения ступфатуры на дно ВДП-50 наливали подсырную сыворотку температурой 47–50 °С, устанавливали фальшдно. На фальшдно ставили формы с сыром. Дно формы с сыром не должно касаться слоя сыворотки. Накрывали ВДП крышкой, чтобы тепло из нее уходило медленнее. Температуру в ВДП поддерживали в пределах 36–38 °С в течение 1–1,5 часов, тем самым обеспечивая необходимые условия для работы термофильных стрептококков. Переворачивали сыры в форме каждые 10 минут в первые полчаса, а затем раз в 30 минут в течение следующих 30–60 минут. Чем дольше сыр находится в тепле, тем менее сладким и традиционным будет вкус, потому что в этот период происходит активное преобразование лактозы в молочную кислоту.

После ступфатуры головки сыра вынимали из формы и оставляли для охлаждения до комнатной температуры, затем на ночь охлаждали в холодильнике. Охлажденные сырные головки солили в водном рассоле хлорида натрия с концентрацией 20% при температуре 10–12 °С. Хранили в холодильнике при температуре 4±2 °С.

Таким образом, технологические операции производства сыра в условиях лаборатории проводились вручную. Данная технология рекомендуется для производства сыра «Качотта» в фермерских хозяйствах.

Установили, что сыр «Качотта» по внешнему виду, вкусу и запаху, консистенции, рисунку, цвету, массовой доле влаги, жира, белка и соли соответствует требованиям (табл. 2 и 3).

Микробиологическую безопасность сыра определили в соответствии с требованиями ТР ТС 033/2013 «Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции»» (табл. 4).

Таблица 2. Органолептические свойства сыра «Качотта»

Table 2. Organoleptic properties of cheese «Caciotta»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Есть тонкая корочка
Вкус и запах	Вкус слегка сырный, чистый, ферментированный, в меру соленый
Консистенция	Эластичная, слегка плотная
Рисунок	Нет рисунка
Цвет	От светло-желтого до желтого

Таблица 3. Физико-химические показатели сыра «Качотта»

Table 3. Physical and chemical parameters of cheese «Caciotta»

Показатель	Результаты исследований	ТР ТС 033/2013 [32]
Массовая доля влаги, %	40,1±0,5	Не более 53
Массовая доля жира, %	45,5±0,8	45,0±1,6
Массовая доля белка, %	22,2±0,2	—
Массовая доля хлорида натрия, %	2,1±0,5	1,0–3,0

Таблица 4. Микробиологические показатели сыра «Качотта»

Table 4. Microbiological parameters of cheese «Caciotta»

Показатель	Результаты исследований	ТР ТС 033/2013 [32]
КМАФАМ, КОЕ/г	1,7·10 ⁴	—
БГКП (колиформы) в 0,001 см ³ продукта	Не обнаружены	Не допускается
Патогены, в том числе сальмонеллы, в 25 см ³ продукта	Не обнаружены	Не допускается
Золотистый стафилококк в 0,001 г продукта	Не обнаружены	Не допускается
<i>Listeria monocytogenes</i> в 125 г продукта	Не обнаружены	Не допускается
Дрожжи, плесень, КОЕ/г	Не обнаружены	Не допускается

Установили, что в сыре не содержатся бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы, стафилококки, дрожжи и плесени. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов — 1,7·10⁴ КОЕ/г.

Выводы / Conclusion

Технология производства сыра «Качотта» состоит из следующих последовательных операций: приемка и подготовка молока к выработке сыра (очистка, хранение и резервирование, созревание, тепловая обработка, нормализация), подготовка молока и внесение компонентов в смесь для сыра (пастеризация, охлаждение, внесение хлорида кальция), заквашивание и сквашивание, свертывание смеси, обработка сгустка, сушка сырного зерна, формирование сырной головки, ступфатура, охлаждение, соленье, хранение, транспортирование и реализация продукции.

Технология производства сыра «Качотта» рекомендуется для фермерских хозяйств. Перспективным является дальнейшее изучение особенностей состава и свойств молока коров фермерских хозяйств и разработка технологий производства других видов сыров.

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

- Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. *Аграрная наука*. 2022; (5):22-26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>
- Мкртчян Г.В., Бакай А.В., Бакай И.Р. Наследование белково-молочности у крупного рогатого скота разной селекции. *Аграрная наука*. 2020; (2):36-38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-36-38>
- Карымсаков Т.Н., Баймуханов Д.А. Молочная продуктивность коров активной части популяции симментальской породы. *Аграрная наука*. 2020; (6):39-41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-39-41>
- Заузолкова О.И., Лазовский В.А., Козиков И.Н. Современный взгляд на терапию мастита в условиях промышленного животноводства. *Аграрная наука*. 2020; (9):15-18. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-15-18>
- Рогов Р.В., Люсин Е.А. Терапевтическая эффективность препарата Энрофлон гель при лечении клинического и субклинического мастита у крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2020; (10):18-21. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-18-21>
- Карандаев А.С., Гоняев В.А. Можно ли поднять жирность молока? *Аграрная наука*. 2019; (1):34-36.
- Gabriel Leitner, Nissim Silanikove, Shamay Jacobi, Limor Weisblit, Solange Bernstein and Uzi Merin 2008 The influence of storage on the farm and in dairy silos on milk quality for cheese production *International Dairy Journal* 18(2) 109-113 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.001>
- Schroeder DL, Nielsen SS and Hayes KD 2008 The effect of raw milk storage temperature on plasmin activity and plasminogen activation in pasteurized milk *International Dairy Journal* 18(2) 114-119 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.003>
- Mehran Moradi, Abdullah Khalid Omer, Roghayieh Razavi, Sima Valipour and Jonas T Guimarães 2021 The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review *International Dairy Journal* 113 104884 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884>
- Guilherme de Moura Maciel, Lisbeth Mogensen, Jesper Overgård Lehmann, Ulla Kidmose, Troels Kristensen, Lotte Bach Larsen and Nina Aagaard Poulsen 2017 Impaired milk quality and cheese making properties is not a concern for managing cows for 15 or 18 months calving intervals *International Dairy Journal* 70 2-11 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.12.014>
- Isaya Appelesy Ketto, Tim Martin Knutsen, Jorun Øyaas, Bjørge Heringstad, Tormod Ådnøy, Tove Gulbrandsen Devold and Siv B Skeie 2017 Effects of milk protein polymorphism and composition, casein micelle size and salt distribution on the milk coagulation properties in Norwegian Red cattle *International Dairy Journal* 70 55-64 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.010>
- Larionov G, Semenov V, Lavrentyev A, Sherne V, Kayukova O, Mardaryeva N and Ivanova R 2020 Production of mint whey drink at private and collective farms and agricultural holdings IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference pp 012042 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012042
- Larionov G, Semenov V, Mardaryeva N, Schiptsova N, Lavrentyev A, Checheneshkina O and Terentyeva M 2020 Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese 'Academicheskii' IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference pp 012032 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012032
- Larionov G, Kayukova O and Semenov V Development of the technology of production of cheese 'Suluguni' for farms IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2021 2021. pp. 012047. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012047
- Menouar Nacef, Maud Lelièvre-Desmas, Djamel Drider, Christophe Flahaut and Sylvie Chollet 2019 Artisanal and industrial Maroilles cheeses: Are they different? Comparison using sensory, physico-chemical and microbiological approaches *International Dairy Journal* 89 42-52 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.09.002>

REFERENCES

- Novikova I.A., Dolgaya M.N. The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin. *Agrarian science*. 2022; (5):22-26. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>
- Mkrtychyan G.V., Bakay A.V., Bakay I.R. Inheritance of protein milk production of cows of different breeding. *Agrarian science*. 2020; (2):36-38. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-36-38>
- Karymsakov T.N., Baimukanov D.A. Milk productivity of cows of the active part of the Simmental breed population. *Agrarian science*. 2020; (6):39-41. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-39-41>
- Zauzolkova O.I., Lazovsky V.A., Kozikov I.N. A modern look at the therapy of mastitis in industrial animal husbandry. *Agrarian science*. 2020; (9):15-18. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-341-9-15-18>
- Rogov R.V., Lyusin E.A. Therapeutic efficacy of Enrofloxacin gel in the treatment of clinical and subclinical mastitis in cattle. *Agrarian science*. 2020; (10):18-21. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-18-21>
- Karandaev A.S., Gonjaev V.A. Is it possible to raise the fattiness of milk? *Agrarian science*. 2019; (1):34-36. (In Russian)
- Gabriel Leitner, Nissim Silanikove, Shamay Jacobi, Limor Weisblit, Solange Bernstein and Uzi Merin 2008 The influence of storage on the farm and in dairy silos on milk quality for cheese production *International Dairy Journal* 18(2) 109-113 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.001>
- Schroeder DL, Nielsen SS and Hayes KD 2008 The effect of raw milk storage temperature on plasmin activity and plasminogen activation in pasteurized milk *International Dairy Journal* 18(2) 114-119 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.003>
- Mehran Moradi, Abdullah Khalid Omer, Roghayieh Razavi, Sima Valipour and Jonas T Guimarães 2021 The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review *International Dairy Journal* 113 104884 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104884>
- Guilherme de Moura Maciel, Lisbeth Mogensen, Jesper Overgård Lehmann, Ulla Kidmose, Troels Kristensen, Lotte Bach Larsen and Nina Aagaard Poulsen 2017 Impaired milk quality and cheese making properties is not a concern for managing cows for 15 or 18 months calving intervals *International Dairy Journal* 70 2-11 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.12.014>
- Isaya Appelesy Ketto, Tim Martin Knutsen, Jorun Øyaas, Bjørge Heringstad, Tormod Ådnøy, Tove Gulbrandsen Devold and Siv B Skeie 2017 Effects of milk protein polymorphism and composition, casein micelle size and salt distribution on the milk coagulation properties in Norwegian Red cattle *International Dairy Journal* 70 55-64 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.010>
- Larionov G, Semenov V, Lavrentyev A, Sherne V, Kayukova O, Mardaryeva N and Ivanova R 2020 Production of mint whey drink at private and collective farms and agricultural holdings IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference pp 012042 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012042
- Larionov G, Semenov V, Mardaryeva N, Schiptsova N, Lavrentyev A, Checheneshkina O and Terentyeva M 2020 Determination of cheese suitability of milk and development of production technology of soft cheese 'Academicheskii' IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference pp 012032 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012032
- Larionov G, Kayukova O and Semenov V Development of the technology of production of cheese 'Suluguni' for farms IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2021 2021. pp. 012047. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012047
- Menouar Nacef, Maud Lelièvre-Desmas, Djamel Drider, Christophe Flahaut and Sylvie Chollet 2019 Artisanal and industrial Maroilles cheeses: Are they different? Comparison using sensory, physico-chemical and microbiological approaches *International Dairy Journal* 89 42-52 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.09.002>

16. Patrizia Ascone, Jürg Maurer, John Haldemann, Stefan Irmeler, Hélène Berthoud, Reto Portmann, Marie-Therese, Fröhlich-Wyder and Daniel Wechsler 2017 Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese – A case study *International Dairy Journal* 70 26-33 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
17. Amy Logan, Mi Xu, Li Day, Tanoj Singh, Sean C Moore, Michael Mazzonetto and Mary Ann Augustin 2017 Milk fat globule size affects Cheddar cheese properties *International Dairy Journal* 70 46-54 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.003>
18. Léa Nehme, Christelle Salameh, Edouard Tabet, Michella Nehme and Chadi Hosri 2019 Innovative improvement of Shanklish cheese production in Lebanon *International Dairy Journal* 90 23-27 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.005>
19. Ioana M Barbu, Robert-Jan A N Lamers, Henk W Gerritsen, Marco H Blokland, Monique G E G Bremer and Martin Alewijn 2021 Endogenous protein and peptide analysis with LC-MS/(MS): A feasibility study for authentication of raw-milk farmer's cheese *International Dairy Journal* 117 104990 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.104990>
20. Inés Birlouez-Aragon, Pascal Sabat and Nicolas Gouti 2002 A new method for discriminating milk heat treatment *International Dairy Journal* 12 59-67 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00131-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00131-5)
21. Lisbeth Mehli, Sunniva Hoel, Gunn Merethe Bjørge Thomassen, Anita Nordeng Jakobsen and Hanne Karlsen 2017 The prevalence, genetic diversity and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* in milk, whey, and cheese from artisan farm dairies *International Dairy Journal* 65 20-27 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.006>
22. Ana IE Pintado, Olívia Pinho, Isabel MPLVO Ferreira, M Manuela E Pintado, Ana MP Gomes and Malcata FX 2008 Microbiological, biochemical and biogenic amine profiles of Terrincho cheese manufactured in several dairy farms *International Dairy Journal* 18 631-640 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.11.021>
23. Freni K Tavaría, Patrícia JM Reis and F Xavier Malcata 2006 Effect of dairy farm and milk refrigeration on microbiological and microstructural characteristics of matured Serra da Estrela cheese *International Dairy Journal* 16(8) 895-902 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.010>
24. Hayaloglu A, Guven M and Fox PF 2002 Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir' *International Dairy Journal* 12(8) 635-648 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00055-9)
25. Khadidja Belkheir, Halima Zadi-Karam, Nour-Eddine Karam, Javier Carballo and Juan A Centeno 2020 Effects of selected mesophilic *Lactobacillus* strains obtained from camel milk on the volatile and sensory profiles of a model short-ripened pressed cows' milk cheese *International Dairy Journal* 109 104738 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104738>
26. Skeie S, Kieronczyk A, Eidet S, Reitan M, Olsen K and stlie H 2008 Interaction between starter bacteria and adjunct *Lactobacillus plantarum* INF15D on the degradation of citrate, asparagine and aspartate in a washed-curd cheese *International Dairy Journal* 18(2) 169-177 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.002>
27. Goncu A and Alpken Z 2005 Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter *International Dairy Journal* 15(6-9) 771-776 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.10.008>
28. Azarnia S, Ehsan MR and Mirhadi SA 1997 Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese *International Dairy Journal* 7(6-7) 473-478 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00034-4)
29. Marije Akkerman, Lise Søndergaard Kristensen, Lene Jespersen, Mia Balling Rysse, Alan Mackie, Nick Nørreby Larsen, Ulf Andersen, Maria Kümpel Nørgaard, Mette Marie Løkke, Jean Robert Møller, Line Ahm Mielby, Barbara Vad Andersen, Ulla Kidmose and Marianne Hammershøj 2017 Interaction between sodium chloride and texture in semi-hard Danish cheese as affected by brining time, dl-starter culture, chymosin type and cheese ripening *International Dairy Journal* 70 34-45 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.011>
30. Estrella Fernández-García, Miroslava Imhof, Hedwig Schlichtherle-Cerny, Jacques Olivier Bosset and Manuel Nuñez 2008 Terpenoids and benzenoids in La Serena cheese made at different seasons of the year with a *Cynara cardunculus* extract as coagulant *International Dairy Journal* 18(2) 147-157 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.007>
31. Gerda Urbach 1993 Relations between cheese flavour and chemical composition *International Dairy Journal* 3(4-6) 389-422 [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90025-U](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90025-U)
32. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (TP TC 033/2013). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
16. Patrizia Ascone, Jürg Maurer, John Haldemann, Stefan Irmeler, Hélène Berthoud, Reto Portmann, Marie-Therese, Fröhlich-Wyder and Daniel Wechsler 2017 Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese – A case study *International Dairy Journal* 70 26-33 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
17. Amy Logan, Mi Xu, Li Day, Tanoj Singh, Sean C Moore, Michael Mazzonetto and Mary Ann Augustin 2017 Milk fat globule size affects Cheddar cheese properties *International Dairy Journal* 70 46-54 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.003>
18. Léa Nehme, Christelle Salameh, Edouard Tabet, Michella Nehme and Chadi Hosri 2019 Innovative improvement of Shanklish cheese production in Lebanon *International Dairy Journal* 90 23-27 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.005>
19. Ioana M Barbu, Robert-Jan A N Lamers, Henk W Gerritsen, Marco H Blokland, Monique G E G Bremer and Martin Alewijn 2021 Endogenous protein and peptide analysis with LC-MS/(MS): A feasibility study for authentication of raw-milk farmer's cheese *International Dairy Journal* 117 104990 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.104990>
20. Inés Birlouez-Aragon, Pascal Sabat and Nicolas Gouti 2002 A new method for discriminating milk heat treatment *International Dairy Journal* 12 59-67 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00131-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00131-5)
21. Lisbeth Mehli, Sunniva Hoel, Gunn Merethe Bjørge Thomassen, Anita Nordeng Jakobsen and Hanne Karlsen 2017 The prevalence, genetic diversity and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* in milk, whey, and cheese from artisan farm dairies *International Dairy Journal* 65 20-27 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.006>
22. Ana IE Pintado, Olívia Pinho, Isabel MPLVO Ferreira, M Manuela E Pintado, Ana MP Gomes and Malcata FX 2008 Microbiological, biochemical and biogenic amine profiles of Terrincho cheese manufactured in several dairy farms *International Dairy Journal* 18 631-640 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.11.021>
23. Freni K Tavaría, Patrícia JM Reis and F Xavier Malcata 2006 Effect of dairy farm and milk refrigeration on microbiological and microstructural characteristics of matured Serra da Estrela cheese *International Dairy Journal* 16(8) 895-902 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.08.010>
24. Hayaloglu A, Guven M and Fox PF 2002 Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir' *International Dairy Journal* 12(8) 635-648 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00055-9)
25. Khadidja Belkheir, Halima Zadi-Karam, Nour-Eddine Karam, Javier Carballo and Juan A Centeno 2020 Effects of selected mesophilic *Lactobacillus* strains obtained from camel milk on the volatile and sensory profiles of a model short-ripened pressed cows' milk cheese *International Dairy Journal* 109 104738 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104738>
26. Skeie S, Kieronczyk A, Eidet S, Reitan M, Olsen K and stlie H 2008 Interaction between starter bacteria and adjunct *Lactobacillus plantarum* INF15D on the degradation of citrate, asparagine and aspartate in a washed-curd cheese *International Dairy Journal* 18(2) 169-177 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.002>
27. Goncu A and Alpken Z 2005 Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a starter *International Dairy Journal* 15(6-9) 771-776 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.10.008>
28. Azarnia S, Ehsan MR and Mirhadi SA 1997 Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese *International Dairy Journal* 7(6-7) 473-478 [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00034-4)
29. Marije Akkerman, Lise Søndergaard Kristensen, Lene Jespersen, Mia Balling Rysse, Alan Mackie, Nick Nørreby Larsen, Ulf Andersen, Maria Kümpel Nørgaard, Mette Marie Løkke, Jean Robert Møller, Line Ahm Mielby, Barbara Vad Andersen, Ulla Kidmose and Marianne Hammershøj 2017 Interaction between sodium chloride and texture in semi-hard Danish cheese as affected by brining time, dl-starter culture, chymosin type and cheese ripening *International Dairy Journal* 70 34-45 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.011>
30. Estrella Fernández-García, Miroslava Imhof, Hedwig Schlichtherle-Cerny, Jacques Olivier Bosset and Manuel Nuñez 2008 Terpenoids and benzenoids in La Serena cheese made at different seasons of the year with a *Cynara cardunculus* extract as coagulant *International Dairy Journal* 18(2) 147-157 <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.007>
31. Gerda Urbach 1993 Relations between cheese flavour and chemical composition *International Dairy Journal* 3(4-6) 389-422 [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90025-U](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90025-U)
32. TR CU 033/2013 Technical Regulations of the Customs Union On the safety of milk and dairy products (Standartinform, Moscow) [in Russ.]

ОБ АВТОРАХ:

Геннадий Анатольевич Ларионов, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции Чувашский государственный аграрный университет», ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: larionovga@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

Ольга Варсановьевна Каюкова, кандидат химических наук, доцент кафедры землеустройства, кадастров и экологии Чувашский государственный аграрный университет», ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: olgakajukova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5447-7515>

Надежда Варсановьевна Шипцова, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции Чувашский государственный аграрный университет», ул. Карла Маркса 29, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: shipnavars@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7575-6297>

ABOUT THE AUTHORS:

Gennady Anatolievich Larionov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Street, Cheboksary 428003, Russian Federation
E-mail: larionovga@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>

Olga Varsanofievna Kayukova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the department of land management, cadastre and ecology Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Street, Cheboksary 428003, Russian Federation
E-mail: olgakajukova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5447-7515>

Nadezhda Varsonofevna Schiptsova, Candidate Biological Sciences, Associate Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx Street, Cheboksary 428003, Russian Federation
E-mail: shipnavars@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7575-6297>

УДК 311.2, 338.43

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-154-159

Л.В. Улыбина, ✉
Н.В. Алексеева,
Т.А. Медведева

Чувашский государственный аграрный
университет, Чебоксары, Российская
Федерация

✉ 13.larisa@mail.ru

Поступила в редакцию:
15.09.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-154-159

Larisa V. Ulybina, ✉
Natalia V. Alekseeva,
Tatyana A. Medvedeva

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ 13.larisa@mail.ru

Received by the editorial office:
15.09.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Статистический анализ отдельных показателей внешней торговли Российской Федерации сельскохозяйственной продукцией

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Проблемы национальной продовольственной безопасности Российской Федерации в условиях глобализации мировой экономики и усложняющейся внешнеполитической обстановки приобретают особую актуальность, поскольку находятся в тесной взаимосвязи с вопросами безопасности национальной и во многом определяют не только потенциал общеэкономического роста государства, но и уровень существующей внутри него социальной напряженности. В этой связи расценивается значение исследований динамики изменения основных внешнеторговых показателей и торгового баланса РФ в отношении сельскохозяйственного сырья и товаров продовольственной группы, а также использования различных математических методов анализа и прогнозирования существующих в данной сфере тенденций.

Методы. Изучение данных о значении показателей экспорта и импорта пшеницы и ячменя Российской Федерацией проводилось с помощью методов математической статистики (прогнозирование временных рядов). В работе также использовались такие общенаучные подходы, как индукция, синтез и аналогия.

Результаты. Выявлены статистические закономерности изменения объемов экспорта и импорта РФ таких важнейших зерновых культур, как пшеница и ячмень. На основании использования метода временных рядов и автокорреляционного анализа сформирована прогностическая модель, позволяющая оценивать перспективные значения соответствующих показателей с допустимой статистической погрешностью.

Ключевые слова: экспорт, импорт, пшеница, ячмень, зерновые и зернобобовые культуры, продовольственная безопасность

Для цитирования: Улыбина Л.В., Алексеева Н.В., Медведева Т.А. Статистический анализ отдельных показателей внешней торговли Российской Федерации сельскохозяйственной продукцией. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 154–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-154-159>

© Улыбина Л.В., Алексеева Н.В., Медведева Т.А.

Statistical analysis of individual indicators of foreign trade of the Russian Federation in agricultural products

ABSTRACT

Relevance. The problems of the national food security of the Russian Federation in the context of the globalization of the world economy and the increasingly complex foreign policy situation are of particular relevance, since they are closely related to the security of the nation and largely determine not only the potential for general economic growth, but also the level of social tension within the country. In this regard, the importance of studying the dynamics of changes in the main foreign trade indicators and the trade balance of the Russian Federation in relation to agricultural raw materials and food products, as well as the use of various mathematical methods for analyzing and forecasting trends existing in this area, is growing.

Methods. The study of data on the value of indicators of exports and imports of wheat and barley by the Russian Federation was carried out using the methods of mathematical statistics (time series forecasting). The work also used such general scientific approaches as induction, synthesis and analogy.

Results. According to the results of the study, statistical patterns of changes in the volume of exports and imports of the Russian Federation of such important grain crops as wheat and barley were revealed. Based on the use of the time series method and autocorrelation analysis, a prognostic model was formed that makes it possible to evaluate the prospective values of the relevant indicators with an acceptable statistical error.

Key words: export, import, wheat, barley, cereals and legumes, food security

For citation: Ulybina L.V., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A. Statistical analysis of individual indicators of foreign trade of the Russian Federation in agricultural products. Agrarian science. 2022; 364 (11): 154–159. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-154-159> (In Russian).

© Ulybina L.V., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A.

Введение / Introduction

Российская Федерация является одним из ведущих игроков мирового рынка важнейших продовольственных товаров, обеспечивая около 20% общего объема экспорта пшеницы [1]. По итогам 2020 г. в мировом рейтинге экспортеров агропромышленной продукции Россия заняла, по разным оценкам, 17-е или 18-е место, а совокупный объем экспорта в стоимостном выражении превысил 37,1 млрд долл. США [2]. При этом доля экспорта продовольствия в общем объеме экспортной выручки РФ является существенной и колеблется около отметки в 10%. Доля импорта объектов агропродовольственного рынка в РФ также составляет около 10% от общего объема ввозимых в страну товаров. Наиболее значительное место в структуре импорта продовольствия в Россию занимает плодовоовощная продукция [3].

В этой связи значение внешней торговли продовольствием для экономики РФ в целом и её продовольственной безопасности в частности сложно переоценить, а исследование, моделирование и повышение эффективности совокупности процессов, протекающих в данной сфере, безусловно, является одним из приоритетных направлений научно-исследовательской деятельности.

Цель настоящего исследования — выявление ряда статистических закономерностей в изменении показателей экспорта и импорта пшеницы и ячменя Российской Федерацией в течение периода 2001–2020 гг.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

При проведении исследования использовались реализованные в программном продукте «Statistica 10» методы прогнозирования временных рядов [4] и анализа статистической взаимосвязи, существующей между последовательностями показателей экспорта и импорта пшеницы и ячменя, взятыми со сдвигом во времени [5]; применялся комплексный подход, включающий формирование автокорреляционной модели дискретного процесса изменения исследуемых показателей импорта и экспорта [6]. Исследуемые данные об объемах экспорта и импорта пшеницы и ячменя получены с интернет-сайта Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) [7].

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Анализ выборок данных в экономике может осуществляться значительным числом методов математической статистики, выбор которых в каждом конкретном случае обуславливается особенностями таких выборок, а также целями и задачами, стоящими перед их исследованием [8]. Одной из набирающих популярность в указанном контексте группой таких методов является прогнозирование временных рядов, которое в общем смысле заключается в осуществлении определенного числа автокорреляционных

и спектральных анализов совокупности оцениваемых сведений. Подходы данной группы не являются однородными, поскольку могут иметь разные формы и использоваться для описания различных стохастических и вероятностных процессов [9]. Однако в настоящем случае наиболее целесообразным для решения задачи оценки и прогнозирования данных представляется использование расширенной группы моделей временных рядов, в которых изучаемый временной ряд (в данном случае — совокупность наблюдений, отражающая изменение показателей внешней торговли РФ пшеницей и ячменем) является ведомым элементом «вынуждающего» ряда переменных, составленного отдельными годами периода исследования [10].

Автокорреляционная модель дискретного процесса, в настоящем случае представленного множествами последовательных наблюдений за объемами экспорта и импорта пшеницы и ячменя, будет иметь следующий вид:

$$\hat{R}(k) = \frac{1}{(n-k)\sigma^2} \sum_{t=1}^{n-k} [X_t - \mu][X_{t+k} - \mu], \quad (1),$$

где X_t — значение переменной в дискретный момент времени t ; μ — среднее значение X_t ; σ^2 — дисперсия X_t ; n — длина дискретного процесса $X_1, X_2, \dots, X_n$; модель будет обладать свойствами симметричности ($R_{t(-t)} = R_{t(t)}$), достижения максимального значения в точке 0 ($|R_{t(t)}| \leq R_t(0)$), периодичности и аддитивности.

Объектом исследования является совокупность сведений, представленных в табл. 1, а само исследование предполагает нахождение сезонности и других законо-

Таблица 1. Данные о динамике изменения объемов экспорта и импорта пшеницы и ячменя РФ в 2001–2020 гг., т

Table 1. Data on the dynamics of changes in the volume of exports and imports of wheat and barley of the Russian Federation in 2001–2020, t

Год	Экспорт пшеницы	Импорт пшеницы	Экспорт ячменя	Импорт ячменя
2001	1635710	916185	1513492	283446
2002	10259275	264783	3026171	170591
2003	7587902	640680	3099004	272830
2004	4672189	1364102	955009	438954
2005	10319594	577115	1767651	251463
2006	9704620	1397438	1267877	187839
2007	14444108	465437	1872762	272612
2008	11720200	178653	1496095	131508
2009	16821195	94614	3490024	32370
2010	11848321	75748	1541613	103234
2011	15185953	120143	2067324	379360
2012	16088832	373486	3430077	520894
2013	13796347	913326	2324981	292803
2014	22139263	396905	4009568	168085
2015	21234225	403639	5294968	47937
2016	25326784	579923	2862500	158441
2017	33025971	269028	4632057	168614
2018	43965626	344248	5441666	16599
2019	31873170	191578	3940653	34911
2020	37267014	190042	4963402	49016

Рис. 1. Объемы экспорта РФ пшеницы в 2001–2020 гг., т (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 1. Export volumes of wheat in the Russian Federation in 2001–2020, t (source: compiled by the authors based on data processing in the "Statistica 10" software package)

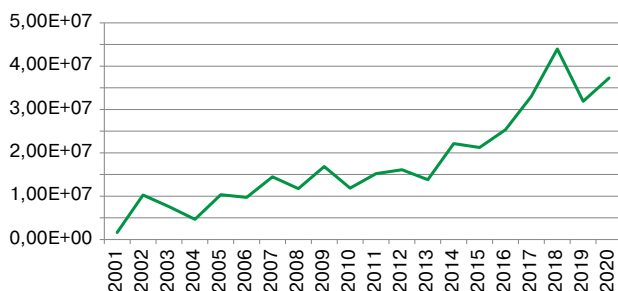


Рис. 2. Объемы экспорта РФ ячменя в 2001–2020 гг., т (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 2. Export volumes of barley in the Russian Federation in 2001–2020, t (source: compiled by the authors based on data processing in the "Statistica 10" software package)



Рис. 3. Объемы импорта в РФ пшеницы в 2001–2020 гг., т (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 3. Import volumes of wheat in the Russian Federation in 2001–2020, t (source: compiled by the authors based on data processing in the "Statistica 10" software package)

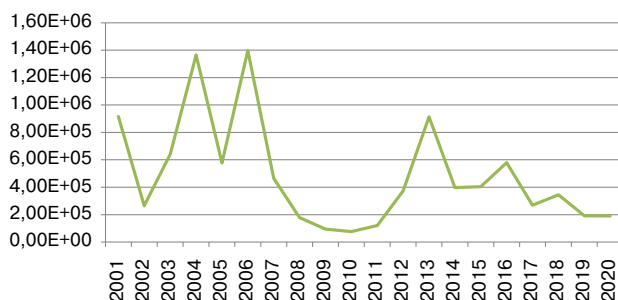


Рис. 4. Объемы импорта в РФ ячменя в 2001–2020 гг., т (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 4. Import volumes of barley in the Russian Federation in 2001–2020, t (source: compiled by the authors based on data processing in the "Statistica 10" software package)

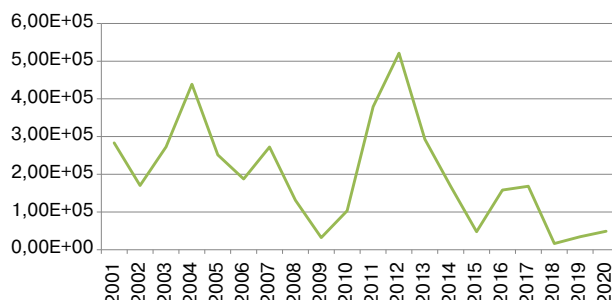
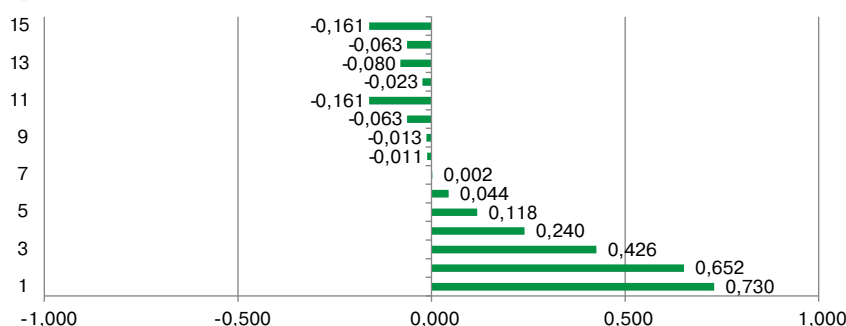


Рис. 5. График автокорреляционных функций экспорта РФ пшеницы в 2001–2020 гг. (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 5. Graph of autocorrelation functions for wheat export in the Russian Federation in 2001–2020 (source: compiled by the authors based on data processing in the "Statistica 10" software package)



мерностей в изменении соответствующих показателей с последующим формированием статистической модели, обладающей прогностическим потенциалом.

Оценка графического представления динамики изменения объемов внешней торговли Российской Федерации пшеницей и ячменем с 2001 по 2020 гг. позволяет прийти к следующим результатам.

Объемы экспорта пшеницы и ячменя (рис. 1–2) в течение рассматриваемого периода показывают устойчивый восходящий тренд, характеризующийся наличием пиков, характерных для соответствующих внешнеторговых операций с ячменем и обладающих двухгодичной

периодичностью. При этом общее увеличение объемов в отношении пшеницы с 2001 по 2020 гг. составило 22,8 раз, в отношении ячменя — 3,3 раза. Данное обстоятельство свидетельствует о наличии ярко выраженной положительной динамики экспортных поставок Российской Федерации отмеченных зерновых культур, укреплении роли России на мировом рынке продовольствия и существенном значении указанных статей экспорта для национальной экономики страны.

Динамика изменения объемов импорта в данном контексте, напротив, демонстрирует нисходящий тренд (рис. 3–4), периодичность

которого, по-видимому, не имеет в своем основании факторов, так или иначе связанных с общемировой экономической конъюнктурой, и находит свое объяснение в циклических климатических колебаниях и вызванных такими колебаниями спадами урожайности.

В частности, как можно заключить из оценки данных представленных выше диаграмм, в 2010 г. соответствующие показатели объемов экспорта и импорта пшеницы и ячменя находятся в локальных минимумах, что, очевидно, объясняется имевшей в данное время место засухой и крайне низкой урожайностью указанных сельскохозяйственных культур [11]. При этом в целом

показатели импорта за период наблюдений продемонстрировали негативную динамику, выразившуюся в сокращении объемов импорта зерна пшеницы в 2020 г. в 4,8 раза по сравнению с аналогичным показателем 2001 г., а ячменя — в 5,8 раз.

Говоря о прогностическом потенциале представленных моделей прогнозирования временных рядов объемов внешней торговли РФ соответствующими зерновыми культурами, следует оценить представленные на рис. 5–8 графики автокорреляций функций экспорта и импорта пшеницы и ячменя.

Поскольку в решении задач, связанных с анализом временных рядов, автокорреляционной функции принадлежит роль демонстрации степени линейной статистической связи, существующей между переменными, составляющими временной ряд, а численно такая функция выражается в виде последовательного множества коэффициентов корреляции между начальным временным рядом и его сдвинутой на заданное число лагов модификацией:

$$f(L) = \sum_{t=0}^n r_{t,t-L}, \quad (2)$$

где n — количество переменных, составляющих уровень временного ряда, r — коэффициент корреляции, то в настоящем случае можно констатировать наличие воздействия на временные ряды, характеризующие каждую из рассматриваемых групп наблюдений за объемами внешней торговли РФ пшеницей и ячменем со стороны некоторых долговременных факторов внешней среды. Этот вывод прямо следует из проявляющихся на соответствующих графиках трендов и наличия в них определенной циклической компоненты.

Как можно видеть, в отношении экспорта пшеницы и ячменя, а также импорта пшеницы минимальные отклонения наблюдаются при значении лага, равном 7, а в отношении импорта ячменя — при значении лага, равном 11.

Выводы / Conclusion

Рассмотренный в настоящей статье подход к статистическому анализу отдельных показателей внешней торговли Российской Федерации сельхозпродукцией имеет довольно много общего с группой авторегрессионных методов статистического анализа, но вместе с тем обладает рядом преимуществ перед таковыми. В настоящем случае такое преимущество состоит в том, что в соответствующих аналитических процедурах используется не глобально-линейный, единый для всех переменных, составляющих ряд, а кусочно-линейные

аппроксимации, что дает возможность построения адекватных прогностических моделей для стохастических временных рядов, образованных переменными, значение которых обуславливается целым рядом разнородных факторов, учёт которых на практике невозможен.

Представленный в статье пример применения анализа временных рядов для формирования модели прогнозирования объемов экспорта и импорта пшеницы и ячменя может использоваться в решении целого ряда

Рис. 6. График автокорреляционных функций экспорта РФ ячменя в 2001–2020 гг. (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 6. Graph of autocorrelation functions for barley export in the Russian Federation in 2001–2020 (source: compiled by the authors based on data processing in the “Statistica 10” software package)

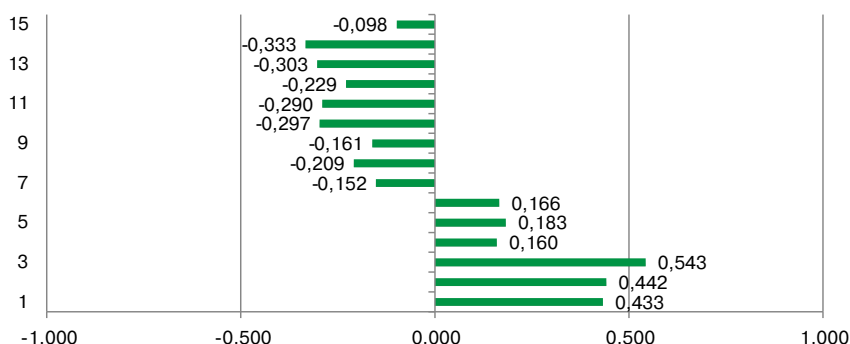


Рис. 7. График автокорреляций функций импорта в РФ пшеницы в 2001–2020 гг. (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 7. Graph of autocorrelation functions for wheat import in the Russian Federation in 2001–2020 (source: compiled by the authors based on data processing in the “Statistica 10” software package)

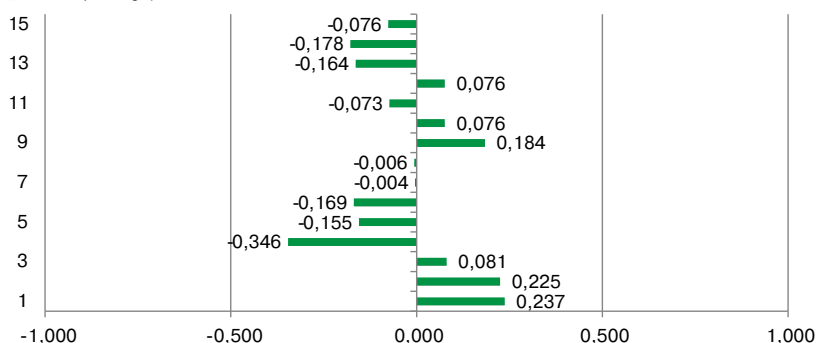
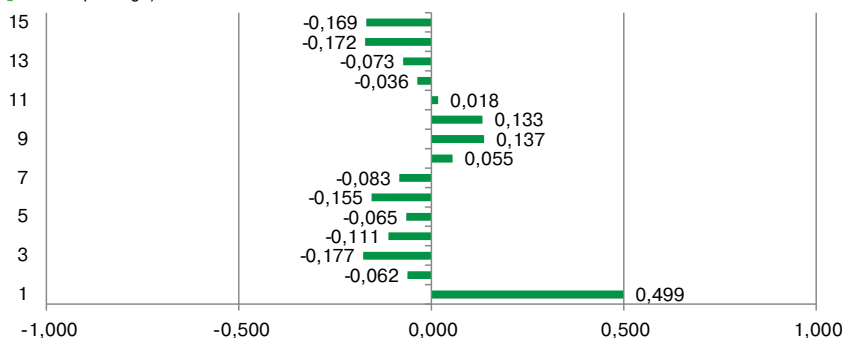


Рис. 8. График автокорреляций функций импорта в РФ ячменя в 2001–2020 гг. (источник: составлено авторами на основании обработки данных в программном пакете «Statistica 10»)

Fig. 8. Graph of autocorrelation functions for barley import in the Russian Federation in 2001–2020 (source: compiled by the authors based on data processing in the “Statistica 10” software package)



теоретических и прикладных задач, связанных с планированием и прогнозированием параметров внешней торговли РФ сельскохозяйственной продукцией.

Несмотря на то, что прогностическая функция в использовании метода анализа временных рядов является одной из важнейших, в настоящем случае — с учётом значительного числа факторов, обуславливающих показатели экспорта и импорта рассмотренных зерновых культур, и определяющей для значения таких показателей роли геополитических условий, складывающихся в тот или иной период времени, — её реализация не яв-

ляется необходимой, поскольку осуществить адекватное моделирование отдельных аспектов внешней торговли Российской Федерации в текущей международной обстановке с помощью исключительно однофакторных статистических методов, к числу которых относится и анализ временных рядов, не представляется возможным. Вместе с тем полученные в настоящем исследовании данные, указывающие на наличие в изменении показателей экспорта и импорта пшеницы и ячменя циклической компоненты, могут быть использованы в многомерном моделировании соответствующих процессов.

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. Сельское хозяйство в России. 2021: *Стат. сб./Росстат* М., 2021. 100 с.
2. Россия в мировом рейтинге экспортеров продукции АПК // <http://www.finmarket.ru/news> [дата обращения 23.10.2022 г.]
3. Улыбина Л.В. Некоторые вопросы оценки динамики изменений ключевых показателей сельскохозяйственного производства в РФ. *Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Научно-образовательная среда как фактор развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России» (9 сентября 2022 г.)*. Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», 2022:505-507
4. Мишулина О. А. Статистический анализ и обработка временных рядов. М.: МИФИ, 2004: 180.
5. Шмойлова Р. А. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2002: 416.
6. Макарычев П. П., Афонин А. Ю., Шибанов С. В. Прогнозирование состояния объекта на основе авторегрессионной модели. *Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки*. 2019. №2 (50).
7. The Food and Agriculture Organization (FAO) // <https://www.fao.org/faostat> [дата обращения 23.10.2022 г.]
8. Медведева Т. А., Алексеева Н. В., Данилова Н. Л., Семенов А. А. Аналитический инструментарий в системе управления финансами предприятий агропромышленного комплекса. *Региональная экономика: теория и практика*. 2022;6(501):1099-1117.
9. Прохоров С.А. Математическое описание и моделирование случайных процессов. *Самар. госуд. аэрокосмич. ун-т*. 2001. 209 с.
10. Попова В.Б., Фецкович И.В. Статистический анализ сельскохозяйственного производства Тамбовской области. *Финансы и кредит*. 2015;23(647):40-52
11. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года. *Сборник докладов. ГУ «Гидрометцентр России»* М.: Триада, лтд, 2011; 23.
12. Алексеева Н. В., Медведева Т. А. и др. О мерах государственной поддержки и регулирования АПК / А. А. Валерианов, *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. . 16.; 4(64): 75-81.
13. Ложкин А.Г., Макушев А.Е., Васильев О.А., Шашкаров Л.Г., Пушкаренко Н.Н., Мальчиков П.Н. Оценка сортов яровой твердой пшеницы по урожайности, структуре и качеству зерна *В сборнике: Серия конференций IOP: Наука о Земле и окружающей среде. Международная конференция по агронауке, Агронаука 2019. 2020; 012045. 1*
14. Shamin A., Frolova O., Makarychev V., Yashkova N., Kornilova L., Akimov A. Digital Transformation Of Agricultural Industry. *В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. С. 012029.
15. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. [дата обращения 15.10.2022 г.]
16. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru>. [дата обращения 14.10.2022 г.]

REFERENCES

1. Agriculture in Russia. 2021: *Stat.sb. Rosstat*.M., 2021.
2. Russia in the world ranking of exporters of agricultural products. Available from: <http://www.finmarket.ru/news> [accessed 23.10.2022] (in Russian)
3. Ulybina L.V. Some issues of assessing the dynamics of changes in key indicators of agricultural production in the Russian Federation. *Collection of materials of the II International scientific and practical conference "Scientific and educational environment as a factor in the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia" (September 9, 2022)*. Cheboksary: FSBEI HE "Chuvash State Agrarian University". 2022:505-507(in Russian)
4. Mishulina OA Statistical analysis and processing of time series. 2004:180(in Russian)
5. Shmoylova R. A. General theory of statistics: 2002: 416. (in Russian)
6. Makarychev P. P., Afonin A. Yu., Shibanov S. V. Forecasting the state of an object based on an autoregressive model. *Izvestiya vuzov. Volga region. Technical science*. 2019; 2 (50) (in Russian)
7. The Food and Agriculture Organization (FAO). Available from: <https://www.fao.org/faostat> [accessed 23.10.2022]
8. Medvedeva T. A., Alekseeva N. V., Danilova N. L., Semenov A. A. Analytical tools in the financial management system of agro-industrial enterprises. *Regional economy: theory and practice*. 2022; 6(501):1099-1117. (in Russian)
9. Prokhorov S.A. Mathematical description and modeling of random processes. *Samara State Aerospace University*. 2001.209. (in Russian)
10. Popova V.B., Fetkovich I.V. Statistical analysis of agricultural production in the Tambov region. *Finance and Credit*. 2015;23(647):40-52(in Russian)
11. Analysis of abnormal weather conditions on the territory of Russia in the summer of 2010. *Collection of reports ed. Doctor of Physics and Mathematics Sciences prof. N.P. Shakina*. State Institution "Hydrometeorological Center of Russia". 2011; 23(in Russian)
12. Valerianov A.A., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A. et al. On measures of state support and regulation of the agro-industrial complex. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*. 2021. Vol. 16.; 4(64): 75-81(in Russian)
13. Lozhkin A.G., Makushev A.E., Vasiliev O.A., Shashkarov L.G., Pushkarenko N.N., Boys P.N. Evaluation of varieties of spring durum wheat by yield, structure and quality of grain. *In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International conference on agrosience, Agronauka 2019. 2020. S. 012045. 1*
14. Shamin A., Frolova O., Makarychev V., Yashkova N., Kornilova L., Akimov A. *Digital Transformation Of Agricultural Industry*. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. S. 012029.
15. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. – Available from: <http://www.gks.ru>. [accessed 15.10.2022]
16. Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation [Electronic resource]. – Available from: <http://mcx.ru>. [accessed 14.10.2022]

ОБ АВТОРАХ:

Лариса Витальевна Улыбина, кандидат экономических наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: 13.larisa@mail.ru
spin-код Science Index: 9318-9383
<https://orcid.org/0000-0001-6688-4433>

Наталья Викторовна Алексеева, кандидат экономических наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ferkel93@mail.ru
spin-код Science Index: 5799-0113
<https://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Татьяна Александровна Медведева, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: mta7788@yandex.ru
spin-код Science Index: 8583-7756
<https://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

ABOUT THE AUTHORS:

Larisa Vital'evna Ulybina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: 13.larisa@mail.ru
Science Index: 9318-9383
<https://orcid.org/0000-0001-6688-4433>

Natal'ja Viktorovna Alekseeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ferkel93@mail.ru
Science Index: 5799-0113
<https://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Tat'jana Aleksandrovna Medvedeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: mta7788@yandex.ru
Science Index: 8583-7756
<https://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

Л.М. Корнилова, ✉
П.А. Иванов

Чувашский государственный аграрный
университет, Чебоксары, Российская
Федерация

✉ lka-78@mail.ru

Поступила в редакцию:
18.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Liudmila M. Kornilova, ✉
Petr A. Ivanov

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

✉ lka-78@mail.ru

Received by the editorial office:
18.08.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Цифровая трансформация и готовность к ней агропромышленного комплекса Чувашской Республики

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сегодня аграрный сектор ищет новые методы работы, чтобы обеспечить постоянно растущие потребности населения в качественных продуктах питания. В статье рассмотрены ключевые направления цифровой трансформации аграрного производства, основные тренды, определяющие успешность реализации перехода к цифровому сельскому хозяйству, плюсы, которые она даст отрасли, а также обозначены факторы и причины, сдерживающие этот процесс. Для обеспечения конкурентоспособности организаций агропромышленного комплекса необходимо своевременно перестроить процессы управления агробизнесом посредством информационно-коммуникационных технологий и систем. В процессе цифровизации сельского хозяйства возникают новые возможности как для потребителей продукции, так и для самих сельхозтоваропроизводителей, что обуславливает актуальность исследования.

Методы. В качестве источников аналитической информации выступали официальные данные сайтов Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоза России) и Министерства сельского хозяйства Чувашской Республики; законодательных и исполнительных органов Российской Федерации; отчетность сельскохозяйственных организаций; материалы авторских исследований. В процессе наблюдения, сбора, обобщения и обработки информации использованы различные приемы аналитического, экономико-статистического, графического и других методов исследования.

Результаты. Проведенный анализ свидетельствует о недостаточной цифровой зрелости организаций аграрного сектора республики. Основными причинами являются: недостаточный уровень подготовки руководителей и специалистов предприятий АПК в области эффективного использования научных методов управления бизнес-процессами с применением ИКТ; низкая доля инвестиций в НИОКР в связи с нехваткой финансирования основных производственных процессов. Цифровая трансформация требует больших финансовых вложений — по итогам 2021 г. 84% расходов на внедрение ИКТ составляют внутренние затраты организаций — и без государственной поддержки быстрый переход к цифровым технологиям не возможен.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровизация, агропромышленный комплекс, искусственный интеллект, информационно-коммуникационные технологии

Для цитирования: Корнилова Л.М., Иванов П.А. Цифровая трансформация и готовность к ней агропромышленного комплекса Чувашской Республики. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 160–164. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-160-164>

© Корнилова Л.М., Иванов П.А.

Digital transformation and readiness for it of the agro-industrial complex of the Chuvash Republic

ABSTRACT

Relevance. Today, the agricultural sector is looking for new methods of work in order to meet the ever-growing needs of the population for food. The article discusses important directions for the transformation of the agricultural sector, the main trends that ensure the success of the transition to digital agriculture, the benefits it will bring to the industry, and also covers the factors and reasons that limit this process. To ensure the effective operation of organizations of the agroindustrial complex, it is necessary to restructure the processes of agribusiness management with the help of information and communication technologies and systems. In the process of digitalization of the economy, new opportunities arise, both for consumers of products and for the agricultural producers themselves, which determines the relevance of research.

Methods. The official data of the websites of the Federal State Statistics Service (Rosstat), the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Ministry of Agriculture of Russia) and the Ministry of Agriculture of the Chuvash Republic; legislative and executive bodies of the Russian Federation; reports of agricultural organizations; materials of author's researches served as sources of analytical information. In the process of observation, collection, generalization and processing of information, various methods of analytical, economical, statistical, graphical and other research methods were used.

Results. The analysis carried out testifies insufficient digital maturity of the organizations of the agrarian sector of the republic. The main reasons are: insufficient level of training of managers and specialists of agribusiness enterprises in the field of effective use of scientific methods for managing business processes using ICT; low share of investment in R&D due to lack of funding for the main production processes. Digital transformation requires large financial investments — by the end of 2021, 84% of the costs of introducing ICT are internal costs of organizations — and without government support, a quick transition to digital technologies is not possible.

Key words: digital economy, digitalization, agro-industrial complex, artificial intelligence, information and communication technologies

For citation: Kornilova L.M., Ivanov P.A. Digital transformation and readiness for it of the agro-industrial complex of the Chuvash Republic. Agrarian science. 2022; 364 (11): 160–164. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-160-164> (In Russian).

© Kornilova L.M., Ivanov P.A.

Введение / Introduction

Аграрный сектор экономики является базовым и наиболее значим в насыщении продовольственного рынка и обеспечении экономической безопасности страны и отдельных регионов. Чувашская Республика относится к регионам сельскохозяйственной направленности, что обусловлено высокой долей сельских жителей (согласно статистическим данным, удельный вес населения сельских территорий превышает 36%) [1]. В организациях, относящихся к агропромышленному комплексу, трудятся около 7% всего населения республики, которые производят около 15% валового регионального продукта [2, 3].

В целях обеспечения непрерывно растущих потребностей жителей страны в качественных продуктах питания перед сельхозтоваропроизводителями стоит важная задача поиска новых, более эффективных методов работы. В связи с этим особую актуальность обретают вопросы повсеместного внедрения информационно-коммуникационных технологий в процессы производства, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции, а именно цифровая трансформация сельского хозяйства [4, 5].

Вопросы цифровизации экономики волнуют ученых во всем мире; существуют различные подходы к определению понятий «цифровая экономика» и «цифровая трансформация» [6]. Второе понятие используют в основном специалисты по информационно-коммуникационным технологиям, наиболее полное его определение дано в монографии В.В. Бондаренко и др.: под «цифровой трансформацией» авторы понимают «преобразование моделей ведения бизнеса и процессов на основе инвестирования в высокие информационные/инновационные технологии» [7]. Как считают эксперты, цифровая трансформация в аграрном секторе экономики будет происходить в два этапа: на первом этапе необходима цифровизация самих производственных процессов, а на втором — перевод продовольственных рынков на цифровую платформу. Цифровизация сельского хозяйства позволит решить ряд основных проблем сельского хозяйства непосредственно Чувашской Республики, таких как снижение количества посевных площадей, снижение количества сельскохозяйственной техники (низкая техническая оснащенность), и Российской Федерации в целом: низкий уровень переработки продукции сельского хозяйства, низкая производительность предприятий, а также миграция сельского населения в города [8].

В целях обеспечения своевременного перехода к цифровым методам необходимо оценить готовность организаций аграрного сектора к преобразованиям и внедрению инновационных методов управления.

Материал и методы исследования / Materials and method

При выполнении исследования для сбора аналитического материала использовались открытые данные официальных сайтов министерств и ведомств; статистическая отчетность организаций, относящихся к аграрной отрасли; источники периодической печати по данной теме. Для анализа и оценки цифрового развития аграрного сектора использовались различные методы исследования. Использование динамического и сравнительного методов позволило выявить динамику основных показателей, характеризующих готовность организаций к цифровой трансформации, за 2019–2021 гг. Метод коэффициентов позволил произвести

расчет уровня цифровой зрелости отрасли сельского хозяйства Чувашской Республики.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В настоящее время используется множество различных методик по определению уровня готовности страны к цифровым изменениям. По данным мировых рейтингов, наша страна заметно уступает другим, входит лишь в третий-четвертый десяток рейтинговых мест по важнейшим индексам цифровизации экономики [9].

Для того чтобы понять, готовы ли организации к цифровой трансформации, следует провести анализ использования ими в своей деятельности таких ресурсов, как вычислительная техника, источники сети Интернет, а также наличия у них своих сайтов. Как свидетельствуют данные табл. 1, по итогам 2021 г. лидерами, то есть наиболее активно использующими IT-технологии, являются организации здравоохранения, образования, финансовые и страховые, а также обеспечивающие процессы информатизации и связи. Заметно отстают обрабатывающие производства, особенно производство пищевых продуктов, которое относится к агропромышленному комплексу. Оценивая готовность организаций сельского хозяйства к использованию цифровых технологий, следует отметить, что более 80% из них имеют и используют в своей профессиональной деятельности компьютеры и фиксированный (проводной и беспроводной) Интернет, но лишь треть имеют веб-сайты.

Все руководители и специалисты организаций агропромышленного комплекса обеспечены компьютерной техникой — 2567 единиц. Все сотрудники Минсельхоза Чувашии, работающие с использованием программного обеспечения, используют компьютерную технику — 72 единицы (обеспеченность — 100%). Системой 1С, позволяющей вносить, анализировать, производить мониторинг, а также создавать базы данных, оснащены 30 рабочих мест, в том числе 20 — в муниципальных районах. Обеспеченность компьютерной техникой для регистрации результатов ветеринарно-санитарной экспертизы подконтрольных товаров и оформления ветеринарных сопроводительных документов в электронном виде, сохранения и обработки информации о них в ФГИС ВетИС «Меркурий» составляет 71%. Обеспеченность компьютерной техникой для обеспечения деятельности старших государственных инспекторов Чувашской Республики в АИС «Гостехнадзор Эксперт» для совершения регистрационных действий самоходной техники с электронным паспортом составляет 60% [10].

Показатель уровня цифровой зрелости отрасли сельского хозяйства Чувашской Республики, рассчитанный в соответствии с методикой, утвержденной приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 600 от 18.11.2020 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация», на 01.01.2021 составляет 0,47%.

$$ЦЗО = (0,25 \cdot Уии + 0,25 \cdot Урцр + 0,5 \cdot Уцзо) = 0,47\%,$$

где $Уии = ((Чи/Чз) / ((Чи2019 \cdot 1,25) / Чз2019)) \cdot 100\%$, $Чи$ — численность специалистов, интенсивно использующих ИКТ, в отчетном году, тыс. человек = 0,25; $Чи2019$ — численность специалистов, интенсивно использующих ИКТ, в 2019 году, тыс. человек = 0,20; $Чз$ — численность занятых, тыс. человек = 20,9; $Уии = ((0,25/20,9) / ((0,20 \cdot 1,25) / 21,5)) \cdot 100\% = 1,03\%$;

Таблица 1. Показатели готовности организаций Чувашской Республики к развитию на основе информационно-коммуникационных технологий за 2019–2021 гг. [3]

Table 1. Readiness indicators of organizations of the Chuvash Republic for development based on information and communication technologies for 2019–2021 [3]

Виды экономической деятельности	Организации, использовавшие						Организации, имевшие веб-сайт		
	профессиональные компьютеры			сеть Интернет					
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1. Обрабатывающие производства	95,6	73,3	86,9	95,6	72,3	85,6	74,8	58,6	69,4
2. Производство пищевых продуктов	92,3	70,6	79,3	92,3	70,6	79,3	65,4	50,0	62,1
3. Организации в области информации и связи	98,0	82,8	87,0	97,0	80,3	84,8	83,2	61,5	68,5
4. Финансовые и страховые организации	96,7	85,0	87,2	96,7	81,9	85,9	78,7	63,8	64,7
5. Образовательные организации	100,0	88,2	94,4	100,0	88,2	94,4	94,4	82,4	83,3
6. Организации здравоохранения и социальных услуг	98,4	91,5	94,0	98,4	91,5	92,5	90,7	80,9	82,7
7. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	95,5	64,1	81,1	93,2	62,8	81,1	50,0	23,1	32,1
Всего	96,4	73,0	77,4	95,0	71,5	75,9	68,7	49,3	54,9

$$\text{Урцр} = ((8 / 5 \cdot 100) / 200) \cdot 100\% = 0,8\%$$

$$N = 0,02\%;$$

Уцзо — индекс, характеризующий цифровую зрелость отрасли (значения показателей/к числу показателей).

N — количество индексов цифровой зрелости i-ой отрасли = 5.

Расчет свидетельствует о недостаточной цифровой зрелости организаций аграрного сектора республики. Несмотря на позитивную динамику процесса цифровизации сельского хозяйства Чувашской Республики, ее уровень пока достаточно низок. Основными причинами являются: недостаточный уровень подготовки руководителей и специалистов предприятий АПК в области эффективного использования научных методов управления бизнес-процессами с применением ИКТ; низкая доля инвестиций в НИОКР в связи с нехваткой финансирования основных производственных процессов.

Цифровая трансформация требует больших финансовых вложений — по итогам 2021 г. 84% расходов на внедрение ИКТ составляют внутренние затраты организаций на приобретение машин и оборудования, программного обеспечения, а также оплату услуг электросвязи [1], и без государственной поддержки быстрый переход к цифровым технологиям невозможен [11]. Финансирование цифровой трансформации агропромышленного комплекса в настоящее время ведется в рамках средств, выделенных на текущую деятельность Минсельхоза Чувашии, Госветслужбы Чувашии, Ростехнадзора Чувашии и подведомственных учреждений. Через Минсельхоз Чувашии финансирование участия Чувашской Республики в реализации мероприятий по цифровизации в рамках проекта «Моя цифровая ферма» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации будет осуществляться из федерального бюджета, а также внебюджетных источников. Внедрение цифровой платформы по ведению электронных хозяйственных книг осуществляется за счет средств ПАО «Сбербанк России».

Анализируя процессы цифровой трансформации агропромышленного комплекса региона, можно отметить, что в настоящий момент имеется серьезный задел для ее реализации [12]. Так, разработана и утверждена

Целевая модель цифровизации агропромышленного комплекса Чувашской Республики, в соответствии с которой осуществляются мероприятия как федерального, так и регионального уровня.

Комплекс мероприятий осуществляется путем участия региона в федеральном проекте «Моя цифровая ферма», который объединяет в себя несколько проектов: создание платформ для фермеров, включая предоставление доступа к полной информации о ситуации в АПК и на рынке; создание цифровых двойников (цифровые производства в сфере растениеводства и животноводства в режиме онлайн); создание цифрового производства в сфере растениеводства и животноводства в режиме онлайн; контроль целевого использования бюджетных средств и реализации контрольно-надзорной деятельности, включая доступ к единой цифровой системе; внедрение подсистемы «Личный кабинет» сельскохозяйственного товаропроизводителя [13].

Все эти проекты направлены на повышение эффективности аграрного производства. Так, например, цифровая имитационная система (фермы или предприятия) позволит с помощью симуляционных процессов производства правильно организовывать процессы и уменьшить расходы. Создание единой цифровой системы для повышения безопасности и качества продукции по всей производственной цепочке «от поля до прилавка» позволит проводить комплексный контроль за соответствием продукции АПК единым стандартам. Внедрение подсистемы «Личный кабинет» предоставит возможность получения сельхозтоваропроизводителями и организациями АПК государственной поддержки и подачи отчетности в электронном виде. В настоящее время уже завершена разработка информационной системы господдержки АПК, так называемого Суперсервиса, Минсельхоз Чувашии в числе пилотов уже проводит его апробацию.

В числе мероприятий регионального уровня планируются следующие: создание цифрового паспорта сельской территории; внедрение электронной хозяйственной книги, интегрированной с федеральной системой идентификации животных «Хорриот»; предо-

ставление мер господдержки для размещения товаров на маркетплейсах (OZON, Wildberries, Яндекс.Маркет).

Создание цифрового паспорта каждого сельского поселения позволит в режиме реального времени формировать необходимую аналитическую информацию по всем вопросам, касающимся социально-экономического развития конкретной сельской территории, а также планировать расходование бюджетных средств на поддержку сельских территорий [14].

Такой сервис, как электронная похозяйственная книга, позволит не только вести учет данных, но и проводить мониторинг эпизоотической ситуации в режиме реального времени, поскольку будет включать в себя регистрацию и идентификацию животных в полевых условиях, обеспечит прослеживаемость животных, формирование объективных данных об участках как земель населенных пунктов, так и земель сельскохозяйственного назначения, находящихся на них объектах, животных. Кроме того, данный сервис позволит дополнить информацией систему Госветслужбы «Хорриот» и исключить двойное действие.

Предлагаются меры государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей республики, а также предприятиям переработки для входа в крупные маркетплейсы, такие как «Wildberries», «OZON» или «Яндекс.Маркет». Использование мобильных и web-приложений позволят заказывать фермерские продукты напрямую без посредников и наценок.

Выводы / Conclusion

Установлено, что уровень цифровой зрелости аграрной отрасли региона составляет 0,47%, что свидетельствует о недостаточной цифровой зрелости сельхозтоваропроизводителей республики. Обосновано, что цифровая трансформация требует больших финансовых вложений и без государственной поддержки быстрый переход к цифровым технологиям невозможен. Финансирование цифровой трансформации агропромышленного

комплекса в настоящее время ведется в рамках средств, выделенных на текущую деятельность Минсельхоза Чувашии, Госветслужбы Чувашии, Гостехнадзора Чувашии и подведомственных учреждений. По Минсельхозу Чувашии финансирование на участие Чувашской Республики в реализации мероприятий по цифровизации в рамках проекта «Моя цифровая ферма» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации будет осуществляться из федерального бюджета, а также внебюджетных источников. Внедрение цифровой платформы по ведению электронных похозяйственных книг осуществляется за счет средств ПАО «Сбербанк России».

Среди сильных сторон АПК Чувашской Республики можно выделить: выгодное геостратегическое положение; наличие крупных перерабатывающих предприятий с развитой производственной инфраструктурой и современным оборудованием; применение инновационных технологий в сельскохозяйственных отраслях, особенно при производстве зерна, молока, мяса, картофеля, овощей; научно-исследовательский потенциал в сфере цифровизации сельского хозяйства; факт того, что в структуре экспорта более 80% занимает сельскохозяйственная продукция глубокой переработки; наличие регионального аграрного университета. Данные преимущества позволят более легко запустить проекты системной цифровизации АПК региона.

Важным фактором является то, что на федеральном уровне уже разработано достаточное количество проектов в сфере цифровизации аграрного сектора, не требующих импортного программного обеспечения, что позволит заметно ускорить процессы цифровой трансформации отрасли.

Необходимо помнить, что основной задачей цифровизации сельского хозяйства является повышение рентабельности и конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителей, постоянное и планомерное повышение качества жизни населения, укрепление продовольственной безопасности региона и страны.

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. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. Дата обращения 15.08.2022
2. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru>. Дата обращения 09.09.2022
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Чувашской Республике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chuvash.gks.ru>. Дата обращения 15.08.2022
4. Погодина Т.В., Корнилова Л.М., Леванова Т.А., Хритина М.Е., Иванов Е.А. Цифровые технологии и их роль в инновационном развитии промышленности (2019 г.) *Материалы 33-й конференции Международной ассоциации управления бизнес-информацией, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020*, стр. 5784-5790
5. Пешкова Г.Ю., Фёдоров К.Ф. Актуальные тенденции и проблемы цифровизации АПК *МНИЖ*. 2022. 4-4 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-tendentsii-i-problemy-tsifrovizatsii-apk> (дата обращения: 21.10.2022).

REFERENCES

1. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gks.ru>. Date of application 15.08.2022 (In Russian)
2. Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation [Electronic resource]. – Access mode: <http://mcx.ru>. Retrieved 09.09.2022 (In Russian)
3. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Chuvash Republic [Electronic resource]. – Access mode: <https://chuvash.gks.ru>. Retrieved 15.08.2022 (In Russian)
4. Pogodina, T.V., Kornilova, L.M., Levanova, T.A., Chritina, M.E., Ivanov, E.A. Digital technologies and their role in the innovative development of industry (2019) *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020*, pp. 5784-5790 (In Russian)
5. Peshkova G.Yu., Fedorov K.F. Current trends and problems of AIC digitalization *MNIZH*. 2022. . 4-4 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-tendentsii-i-problemy-tsifrovizatsii-apk> (date of access: 10/21/2022). (In Russian)

6. Огнивцев С. Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК. МСХ. 2019. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-ekonomiki-i-ekonomika-tsifrovizatsii-apk> (дата обращения: 21.08.2022).

7. Восколович Н. А. Измерение влияния цифровой трансформации сферы услуг на качество жизни населения. *Государственное управление. Электронный вестник*. 2019. 75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-vliyaniya-tsifrovoy-transformatsii-sfery-uslug-na-kachestvo-zhizni-naseleniya> (дата обращения: 16.08.2022).

8. Корнилова Л.М., Иванов Е.А., Иванов П.А. Стимулирование инновационной активности сельскохозяйственных организаций основа цифровизации АПК. *Инновационное развитие экономики*. 2018; 5 (47). . 52-58.

9. Морозов М.М., Морозов М.А. Цифровые экосистемы как инструмент трансформации сервисной экономики. *Вестник Академии Знаний*. 2021. 4 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-ekosistemy-kak-instrument-transformatsii-servisnoy-ekonomiki> (дата обращения: 09.09.2022)

10. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства ЧР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agro.cap.ru>. Дата обращения 09.09.2022

11. Иванов П.А., Корнилова Л.М. Финансирование инноваций в сельском хозяйстве - основа его цифровизации. В сборнике: *Учет, анализ и аудит в условиях цифровой экономики Материалы Всероссийской научно-практической конференции*. 2018. С. 255-261.

12. Шамин А., Фролова О., Макарычев В., Яшкова Н., Корнилова Л., Акимов А. Цифровая трансформация сельского хозяйства (2019) *Серия конференций ИОР: Науки о Земле и окружающей среде*, 346 (1), doi: 10.1088/1755-1315/346/1/012029

13. Стратегия цифровой трансформации сельского хозяйства - «Моя цифровая ферма» или «Привет, Ферма!». Утверждена Правительственной комиссией по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 25 июня 2021 г. № 20)

14. Муратова Л.Г. Использование информационных систем в развитии сельских территорий. *Никоновские чтения*. 2019. №24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnyh-sistem-v-razviti-selskih-territoriy> (дата обращения: 21.08.2022).

6. Ognitsev Sergey Borisovich. Digitization of the economy and the economy of digitalization of the agro-industrial complex. *Moscow Union of Artists*. 2019. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-ekonomiki-i-ekonomika-tsifrovizatsii-apk> (date of access: 10/21/2022). (In Russian)

7. Voskolovich N. A. Measuring the impact of digital transformation of the service sector on the quality of life of the population. *Public administration. Electronic bulletin*. 2019. 75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-vliyaniya-tsifrovoy-transformatsii-sfery-uslug-na-kachestvo-zhizni-naseleniya> (date of application: 16.08.2022) (In Russian)

8. Kornilova L.M., Ivanov E.A., Ivanov P.A. Stimulation of innovative activity of agricultural organizations is the basis of digitalization of the agro-industrial complex. *Innovative development of the economy*. 2018; 5 (47). . 52-58. (In Russian)

9. Morozov M.M., Morozov M.A. Digital ecosystems as a tool of service economy transformation. *The Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021. 4 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-ekosistemy-kak-instrument-transformatsii-servisnoy-ekonomiki> (date of application: 09.09.2022) (In Russian)

10. Official website of the Ministry of Agriculture of the Chechen Republic [Electronic resource]. – Access mode: <https://agro.cap.ru>. Date of application 09.09.2022 (In Russian)

11. Ivanov P.A., Kornilova L.M. Financing innovations in agriculture - the basis of its digitalization. In the collection: *Accounting, analysis and audit in the digital economy Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2018. . 255-261. (In Russian)

12. Shamin, A., Frolova, O., Makarychev, V., Yashkova, N., Kornilova, L., Akimov, A. Digital transformation of agricultural industry (2019) *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 346 (1), doi: 10.1088/1755-1315/346/1/012029 (In Russian)

13. Agriculture digital transformation strategy - "My Digital Farm" or "Hi Farm!". Approved by the Government Commission on Digital Development, the Use of Information Technologies to Improve the Quality of Life and Business Conditions (Minutes No. 20 dated June 25, 2021) (In Russian)

14. Muratova L.G. The use of information systems in the development of rural areas. *Nikon Readings*. 2019. No. 24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnyh-sistem-v-razviti-selskih-territoriy> (date of access: 08/21/2022). (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Людмила Михайловна Корнилова, кандидат экономических наук, доцент, проректор по учебной и научной работе Чувашский государственной аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: lka-78@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7305-688X>

Петр Александрович Иванов, начальник лаборатории IT-решений в сельском хозяйстве Чувашский государственной аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: petr_academy@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Ludmila Mikhailovna Kornilova, candidate of economic sciences, associate professor, vice-rector for academic and scientific affairs Chuvash State Agrarian University, st. K. Marksa, 29, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: lka-78@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7305-688X>

Petr Alexandrovich Ivanov, head of laboratory for IT solutions in agriculture Chuvash State Agrarian University, st. K. Marksa, 29, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: petr_academy@mail.ru



О.Г. Афанасьева¹, ✉
А.Е. Макушев¹,
М.Л. Толстова²,
А.В. Степанов¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Российская Федерация

² Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

✉ Olesyafanaseva@gmail.com

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
25.10.2022



Olesya G. Afanaseva¹, ✉
Makushev A.E.¹,
Tolstova M.L.²,
Stepanov A.V.¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russian Federation

✉ Olesyafanaseva@gmail.com

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
25.10.2022

Исследование цифровой активности региональных аграриев России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цифровизации сельского хозяйства уделяется особое внимание: если не подключиться в этот процесс своевременно и не занять свою нишу, то в скором времени можно потерять доходность компании. С учетом текущих тенденций в работе исследован потенциал перехода агробизнеса в шести субъектах Приволжского федерального округа Российской Федерации к цифровой экономике, а также рассмотрены предпосылки, способствующие развитию цифровизации на селе.

Методы. Структуру исследования условно можно разделить на три этапа. Первый этап — это определение потенциала цифровизации региональных аграриев путем подготовки и проведения опроса и анализа полученной информации с использованием монографического, экономико-статистического и вычислительно-конструктивного методов, а также экспертных оценок и научной абстракции; второй этап — это оценка общего уровня социально-экономического развития сельских территорий указанных субъектов. На третьем этапе выявлялась взаимосвязь между потенциалом цифровизации и уровнем развития сельских территорий субъектов Приволжского федерального округа.

Результаты. По результатам обследования, 66% из 100% опрошенных компаний Республики Мордовия и Ульяновской области обладают высоким потенциалом для перехода к использованию и их аналитике — это максимальные результаты в мониторинге. В разрезе категорий хозяйств высокое стремление к цифровизации демонстрируют торговые посредники, занимающиеся оптовой закупкой и последующей продажей продукции АПК (57%), сельскохозяйственные кооперативы (54%). Чуть выше среднего данные по сельскохозяйственным и перерабатывающим предприятиям: 47,5% и 46,5% соответственно. По результатам проведенной работы можно особо выделить снижение количества незаинтересованных в цифровизации компаний: с 24,0% за период 2020–2021 гг. до 13,8% в 2021–2022 гг. Полученные авторами результаты имеют важное значение для оценки уровня цифровизации агробизнеса Российской Федерации.

Ключевые слова: цифровизация, сельское хозяйство, большие данные, региональные сельхозпроизводители, цифровая экономика, продовольственная безопасность, сельские территории, перерабатывающая промышленность, экспорт

Для цитирования: Афанасьева О.Г., Макушев А.Е., Толстова М.Л., Степанов А.В. Исследование цифровой активности региональных аграриев России. 2022; 364 (11): 165–173. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173>

© Афанасьева О.Г., Макушев А.Е., Толстова М.Л., Степанов А.В.

Research of Russian regional farmers' digital activity

ABSTRACT

Relevance. Special attention is paid to the digitalization of agriculture: if you do not join this process in a timely manner and do not occupy your niche, then soon you can lose the profitability of the company. Taking into account current trends, the paper explores the potential for the transition of agribusiness in six subjects of the Volga Federal District of the Russian Federation to a digital economy, and also considers the prerequisites that contribute to the development of digitalization in the countryside.

Methods. The structure of the study can be conditionally divided into three stages. The first stage is to determine the digitalization potential of regional farmers by preparing and conducting a survey and analyzing the information received, using monographic, economic-statistical and computational-constructive methods, as well as peer review and scientific abstraction; the second stage is an assessment of the overall level of socio-economic development of rural areas of these entities. At the third stage, the relationship between the potential of digitalization and the level of development of rural territories of the subjects of the Volga Federal District was revealed.

Results. According to the results of the survey, 66% of 100% of the surveyed companies in the Republic of Mordovia and the Ulyanovsk region have a high potential for the transition to the use and its analytics — these are the maximum results in monitoring. In the context of farm categories, a high desire for digitalization is demonstrated by resellers involved in the wholesale purchase and subsequent sale of agricultural products (57%), agricultural cooperatives (54%). Slightly above average data have agricultural and processing enterprises: 47.5% and 46.5% respectively. Based on the results of the work carried out, one can highlight the decrease in the number of companies not interested in digitalization: from 24.0% for the period 2020–2021 to 13.8% in 2021–2022. The results obtained by the authors are important for assessing the level of digitalization of agribusiness in the Russian Federation.

Key words: digitalization, agriculture, big data, regional agricultural producers, digital economy, food security, rural areas, processing industry, export

For citation: Afanaseva O.G., Makushev A.E., Tolstova M.L., Stepanov A.V. Research of Russian regional farmers' digital activity. 2022; 364 (11): 165–173. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-165-173>

© Afanaseva O.G., Makushev A.E., Tolstova M.L., Stepanov A.V.

Введение / Introduction

Цифровизация экономики является мировым трендом. Незаинтересованность в участии в этом процессе либо сознательное желание отгородиться могут стать причиной усиления цифрового неравенства. Ученые Елохов А.М. и Александрова Т.В. отмечают, что уровень цифровизации в разрезе федеральных округов России сложился разный. По результатам проведенной оценки, на 1-м месте по указанному показателю находится Уральский федеральный округ, на 2-м — Центральный. Высокие темпы развития демонстрируют Приволжский и Сибирский федеральные округа [1].

В рамках расчета потенциала цифровизации ученые приводят следующие цифры: в России 77% домохозяйств имеют выход в Интернет (для сравнения, в Республике Корея и Японии — 99%), 42% взрослых интернет-пользователей применяют электронную почту для обмена информацией (для сравнения, в Финляндии и Швеции — 94%, Великобритании и Германии — 92%) [2]. Уровень цифровизации местной телефонной сети по стране с 2010 года по 2018 год увеличился с 81% до 93%. Наиболее существенный прирост отмечается в сельской местности — с 63,9% до 84,9%, на 21 п.п. Однако показатель еще отстает от данных городской местности с уровнем цифровизации местной телефонной сети 94,1% [3].

По оценке ученых Высшей школы экономики, использование информационно-коммуникационных технологий представителями бизнеса различных отраслей деятельности выглядит следующим образом: облачные сервисы используют 27,1% организаций, веб-сайты — 48,7%, серверы — 59,9%, широкополосный Интернет — 86,0%, Интернет — 89,5%. Уровень использования программных средств в предпринимательском секторе выглядит следующим образом: финансовые расчеты в электронном виде производят 57,7% организаций; решение организационных, управленческих и экономических задач — 57,3%; предоставление доступа к базам данных через глобальные информационные сети — 31,1% [4].

Ранее авторами было проведено исследование уровня готовности шести категорий хозяйств, занятых в АПК (дилеры сельскохозяйственной техники, пищевые компании, сельскохозяйственные кооперативы и сельскохозяйственные организации, торговые посредники, экспортеры агропродукции), к использованию Big Data и Data Science [5]. В рамках расширения первичной научной работы в текущем исследовании был введен ряд обновлений: 1) увеличено количество участвующих в исследовании субъектов Российской Федерации с трех регионов Приволжского федерального округа до шести: включенным в анализ ранее Республике Марий Эл, Чувашской Республике и Ульяновской области добавлены Республики Мордовия, Татарстан и Нижегородская область; 2) проанализирована взаимосвязь между уровнем готовности организаций субъектов к использованию Big Data и Data Science и уровнем развития сельских территорий регионов и человеческого капитала.

Некоторые ученые подчеркивают, что успех цифровизации сельского хозяйства будет зависеть даже не от технических возможностей, а от способности вовлечь общество, заинтересовать его и продемонстрировать реальный эффект от новых технологий [6]. В свою очередь, российские ученые отмечают, что проведенные опросы руководителей и специалистов организаций демонстрируют их низкую готовность работать с циф-

ровыми инструментами [7]. В этой связи масштабная цифровизация отрасли возможна только с развитием цифровой грамотности населения и модернизацией системы образования с целью подготовки кадров для цифровой экономики. Аналогичной логики придерживаются как российские, так и зарубежные ученые [8, 9]. Также было выявлено, что низкий уровень цифровой инфраструктуры и цифровой грамотности, низкий уровень спроса на цифровые технологии ограничивают цифровизацию экономики [10]. Ученые Республики Татарстан и Ульяновской области уверены, что государство должно рассмотреть возможность субсидирования затрат на покупку цифровых продуктов [11].

Новый подход ко взаимодействию между аграриями и учеными в процессе деятельности по созданию инновационных разработок позволит трансформировать сельское хозяйство, ключевым аспектом в подобном развитии может служить цифровизация [12, 13]. В свою очередь процесс цифровизации также оказывает влияние как на науку в целом, так и на отдельные ее направления: управленческое, техническое и т.д. [14]. Следующим успешным партнерством в рамках цифровизации может стать взаимодействие государства и бизнеса с целью введения новых инновационных подходов формирования рабочих процессов и ресурсного сбережения [15, 16]. Конструктивный диалог между заинтересованными сторонами по внедрению технологий будущего и системных инноваций также способствует образованию продовольственных систем, делая их более устойчивыми и экологичными [17, 18]. При этом нельзя забывать, что ключевую роль в этом преобразовании должна играть кибербезопасность и прозрачность информации [19, 20]. Также цифровое развитие должно быть направлено на уменьшение социального неравенства (к примеру, между собственниками бизнеса и сотрудниками компаний) [21, 22]. А важность цифровизации заключается не только в обеспечении развития хозяйствующего субъекта, но и в обеспечении населения качественным и достаточным продовольствием [23, 24, 25, 26].

Также стоит отметить, что разными темпами развиваются каждое из трех направлений цифровизации:

- ERP-системы (точное земледелие, точное животноводство) — это то направление цифровизации, которое заинтересовано развивать самое большое количество аграрных предприятий;
- E-com (онлайн-маркетинг) — направление, приносящее самый быстрый эффект от вложений;
- Big Data и искусственный интеллект — платформенные решения, вызывающие самое большое непонимание среди аграриев, соответственно, имеющее самые большие трудности при внедрении.

Целью работы стало выявление субъектов страны, которые имеют максимальный потенциал для цифровизации, а также обнаружение предпосылок, способствующих развитию цифровизации на селе.

В нашей работе мы поставили перед собой задачу исследовать потенциал развития третьего направления цифровизации, понимая, что именно это направление вызывает больше всего вопросов и сомнений среди аграриев относительно эффективности его внедрения.

Материал и методы исследования / Materials and method

Структуру исследования условно можно разделить на три этапа. Первый этап — это определение потенциала цифровизации региональных аграриев путем

подготовки и проведения опроса и анализа полученной информации с использованием монографического, экономико-статистического и вычислительно-конструктивного методов, а также экспертных оценок и научной абстракции; второй этап — это оценка общего уровня социально-экономического развития сельских территорий указанных субъектов. На третьем этапе выявлялась взаимосвязь между потенциалом цифровизации и уровнем развития сельских территорий субъектов Приволжского федерального округа.

Этап 1. В рамках первой части исследования отбирались действующие компании с положительным сальдо, работающие в сфере агропромышленного комплекса, а именно: дилеры сельскохозяйственной техники, пищевые компании, сельскохозяйственные кооперативы и сельскохозяйственные организации, торговые посредники, экспортеры агропродукции. У компаний, включенных в список мониторинга, интервьюер уточнял уровень использования аналитических исследований, основанных на Big Data, в принятии стратегических и тактических решений в процессе ведения хозяйственной деятельности, и фиксировал получаемые ответы. Если предприятия заявляли, что не пользуются подобной возможностью, интервьюер уточнял причины; если компании внедряли Data Science, то выяснялись формы организации работы.

В опрос было включено около 900 компаний шести субъектов Приволжского федерального округа Российской Федерации: Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Чувашская Республика, Нижегородская и Ульяновская области. Опрос проводился с мая 2020 года по апрель 2022 года, поэтому сезонные факторы, которые потенциально могут повлиять на результаты работы, можно исключить. Более подробная информация, связанная с методикой проведения опроса, была изложена в предыдущей работе авторов [5].

По результатам исследования была сформирована матрица определения потенциала перехода компаний к использованию и аналитике больших данных. Уровень потенциала был оценен тремя категориями: «высокий», «средний» и «слабый». В группу с высоким потенциалом цифровизации вошли те регионы, компании которых отметили хотя бы один из предложенных трех вариантов ответа, а именно: 1) заключаются контракты на платные услуги аналитических агентств, 2) пользуются отчетами из открытых официальных источников информации, 3) есть профессиональные аналитики в штате. Компании, которые интуитивно принимали решения на основе получаемой информации от личных контактов с контрагентами, но при этом не являлись экспертами или специалистами в определенной отрасли, либо проявляли интерес к возможности применения аналитического подхода к решению тех или иных задач, стоящих перед организацией, в матрице отнесены к компаниям со средним уровнем потенциала для перехода к цифровизации. Компании, которые не были готовы к работе с Big Data и аналитикой, были отнесены в третью группу со слабым потенциалом (табл. 1).

Этап 2. Следующая работа была проведена для установления показателей уровня развития сельских территорий, человеческого капитала и сельского хозяйства. За основу бралась более ранняя работа авторов — исследование предпосылок формирования различных социальных слоев сельского общества в России [27]. Целью авторов стало улучшение и актуализация выбранных показателей в рамках различных категорий и получение по ним актуальных результатов. В табл. 2 предоставлен полный перечень показателей, использованных в рамках 2-го этапа анализа.

Развитие аграрной отрасли в регионах России в незначительной степени зависит от сложившейся демографической ситуации, уровня материального обеспечения сельских жителей, состояния инженерной и социальной инфраструктуры, отмечают исследователи [28]. Также ученые дополняют, что для проведения полноценного мониторинга необходимо сформировать систему показателей, где объективные статистические данные дополнены субъективными [29].

В процессе анализа социально-экономического развития авторами было рассмотрено несколько групп показателей.

В рамках социального аспекта рассматривались две группы показателей: «развитие сельских территорий», включающая 11 показателей, и «человеческий капитал», включающая 9 показателей — итого 20 индексов. Экономический аспект рассматривался в рамках трех групп показателей, среди которых: ресурсы производства — 9 показателей, результативность отрасли — 8 показателей, финансовые итоги — 6 показателей, в сумме — 23 показателя.

По каждому из указанных индексов рассчитывался рейтинг или балл каждого субъекта, далее определялся средний балл по группам. Для определения удельного веса использования потенциала социального и экономического развития формировалось следующее соотношение: количество набранных баллов / максимально возможный балл. Для приведения в более привычный вид показатель переводился из коэффициентов в проценты. Таким образом, каждый регион мог получить результат в диапазоне от 0% до 100%. Чем выше полученный показатель, тем выше эффективность.

Теоретической основой для проведения исследования послужили разработки отечественных и зарубежных ученых. Для обработки и анализа полученной

Таблица 1. Форма заполнения данными Матрицы определения потенциала для перехода компаний к использованию Big Data и их аналитике (разработана авторами)

Table 1. Data fill form of matrix for determining the potential for the transition of companies to the use of Big Data and its analytics (developed by the authors)

Уровень потенциала	Субъект (%)	Субъект (%)	...	Категории ответа
Высокий	...	...	...	1. Заключены контракты на платные услуги аналитических агентств. 2. Пользуются отчетами и данными из открытого доступа. 3. Есть профессиональные аналитики в штате
Средний	...	...	...	1. Получают информацию по своим контактам. 2. Готовы обсуждать цены на услуги
Слабый	...	...	...	1. Не обладают финансовыми ресурсами. 2. Нет необходимости в использовании аналитической информации
Итого	100	100	100	x

информации были задействованы системный и логический подходы, в качестве методов исследования применялись монографический, экономико-статистический, а также метод экспертных оценок и научной абстракции.

Статистико-экономический метод позволил комплексно охарактеризовать изучаемое явление на основе массовых цифровых данных, поэтому авторы использовали его для анализа текущего состояния и тенденций развития отрасли.

Используя классические инструменты научного исследования, основанные на качественном анализе наиболее важных публикаций в данной области, а также на статистическом анализе, мы сформировали собственное мнение.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Этап 1. *Определение потенциала для перехода компаний к использованию Big Data и их аналитике*

На 1-м этапе работы в опросе участвовали шесть категорий хозяйств, деятельность которых прямо или опосредовано связана с агропромышленным комплексом, а именно: дилеры сельскохозяйственной техники, пищевые компании, сельскохозяйственные кооперативы и сельскохозяйственные организации, торговые посредники, экспортеры агропродукции. Предприятия находятся на разной удаленности от центров анализируемых субъектов. В опросе участвовали предприятия шести субъектов Российской Федерации: Республика Марий Эл (176 организаций), Республика Мордовия (91), Республика Татарстан (141), Чувашская Республика (220), Нижегородская (88) и Ульяновская (161) области. Неравномерное распределение опрошенных организаций вызвано возникновением трудностей с организацией опроса. По результатам проведенной работы, большая часть опрошенных — это сельхозтоваропроизводители (37,8% от всех опрошенных) и пищевые компании (33,1%). На долю этих двух групп приходится более 71% респондентов. Удельные веса других хозяйствующих субъектов в общем мониторинге распределились следующим образом: торговые посредники и дилеры сельскохозяйственной техники (по 9,5% в каждой группе), сельскохозяйственные кооперативы (5,5%) и экспортеры (4,7%) (рис. 1).

Таблица 2. Полный перечень показателей, использовавшихся для получения итогов по уровню социального и экономического развития регионов

Table 2. The complete list of indicators used to obtain results on the level of social and economic development

Социальный аспект	Развитие сельских территорий	
	№	Показатель
	1	Ввод нового жилья, м ² на 1000 чел. сельского населения
	2	Число спортивных сооружений на 1 тыс. сельских жителей, ед.
	3	Общая площадь жилых помещений на 1 сельского жителя, м ²
	4	Количество лечебно-профилактических организаций на 1 тыс. сельских жителей, ед.
	5	Протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием, км на 1 тыс. га площади субъекта
	6	Удельный вес газифицированных населенных пунктов, %
	7	Удельный вес населенных пунктов, имеющих водопровод, %
	8	Удельный вес населенных пунктов, имеющих канализацию, %
	9	Количество магазинов на 1 тыс. сельских жителей, ед.
	10	Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к Интернету, %
	11	Удельный вес освещенных улиц и проездов, %
	Человеческий капитал	
	12	Номинальная заработная плата работников в сельском хозяйстве, руб./мес.
	13	Соотношение заработной платы с величиной прожиточного минимума региона, раз
	14	Соотношение среднего размера пенсий с величиной прожиточного минимума пенсионера, раз
	15	Расходы на покупку продуктов питания в структуре потребительских расходов, %
	16	Удельный вес руководителей крупных и средних СХО, имеющих высшее профессиональное образование, %*
	17	Удельный вес руководителей малых СХО, имеющих высшее профессиональное образование, %*
	18	Произведено продукции сельского хозяйства на 1 чел. занятого, млн руб.
	19	Доля населения — активных пользователей сети Интернет, %
	20	Уровень безработицы на селе, %
Экономический аспект	Развитие сельского хозяйства	
	1	Инвестиции в здания и сооружения, улучшение земель, тыс. руб.
	2	Инвестиции в машины и оборудования, тыс. руб.
	3	Государственная поддержка на 1 СХО, руб.
	4	Коэффициент обновления тракторов, %
	5	Коэффициент обновления зерноуборочных комбайнов, %
	6	Количество тракторов на 1000 га пашни, шт.
	7	Количество зерноуборочных комбайнов на 1000 га посевов зерновых культур, шт.
	8	Внесено СХО минеральных удобрений в пересчете на 100% питательных веществ на 1 га посевов всего, кг
	9	Энергетические мощности на 100 га посевной площади, л.с.
	10	Продукция сельского хозяйства на 1000 чел., млн руб.
	11	Динамика посевной площади, %
	12	Динамика поголовья скота, %
	13	Средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур за 2018–2020 гг., ц/га
	14	Средняя продуктивность коров за 2018–2020 гг., кг
	15	Импорт продовольствия, долл. США на 1 чел.
	16	Экспорт продовольствия, долл. США на 1 га посевных площадей сельскохозяйственных культур
	17	Продукция сельского хозяйства на 1 руб. государственной поддержки, руб.
	18	Рентабельность проданных товаров, работ и услуг, %
	19	Рентабельность активов, %
	20	Сальдированный финансовый результат на 1 сельскохозяйственную организацию, тыс. руб.
	21	Кредиторская задолженность на 1 сельскохозяйственную организацию, млн руб.
	22	Дебиторская задолженность на 1 сельскохозяйственную организацию, млн руб.
	23	Удельный вес прибыльных организаций, %

Примечание: * — отмечены данные, актуализировать которые по данным на 2020 год не было возможности.

Порядок использования показателей на уровень их важности не влияет.

Рис. 1. Структура опрошенных компаний по категориям в разрезе субъектов РФ**Fig. 1.** Structure of surveyed companies by categories by regions of the Russian Federation

Подготовлено авторами по данным проведенного опроса около 900 организаций шести субъектов Приволжского федерального округа России, 2020–2022 гг.

Рис. 2. Структура ответов, полученных во время опроса, в разрезе субъектов РФ**Fig. 2.** The structure of company responses received during the survey by regions of the Russian Federation

Подготовлено авторами по данным проведенного опроса около 900 организаций шести субъектов Приволжского федерального округа России, 2020–2022 гг.

Если классифицировать опрошенные предприятия по размеру, то можно установить, что наиболее представлены в мониторинге микро- и малые организации, на долю которых в среднем по шести субъектам приходится 75,5%. В Республиках Мордовия, Татарстан и Нижегородской области удельный вес средних и крупных предприятий больше, чем в среднем по всем субъектам, — 49%, 37% и 26% соответственно.

В рамках опроса у респондентов уточняли заинтересованность в Big Data и Data Science с целью их дальнейшего использования для выхода на новые рынки сбыта, изучения конъюнктуры рынка, в том числе международной, развития внешнеэкономической деятельности, владения текущей оперативной информацией о состоянии отраслей и т.д. По результатам исследования выяснилось, что компании большей частью пользуются отчетами из открытого доступа официальных сайтов отраслевых компаний и государственных ведомств (32,9% опрошенных выбрали именно этот ответ среди прочих представленных), а также получают информацию по своим контактам (30,2%).

Стоит обратить внимание на то, что в отличие от результатов опроса, описанных в более ранней работе авторов [5], в расширенном опросе резко снизилось чис-

ло ответивших «сейчас информация не актуальна» (13,8% против 24,0%). Таким образом, в расширенной выборке больше организаций, стремящихся использовать аналитические данные. При этом удельный вес компаний, отмечающих отсутствие свободных денежных средств для цифрового развития, остается на том же уровне, что и в более ранней работе авторов, — 8,4%.

Пункт о заключении контрактов на платные услуги аналитических агентств отметили 6,2% опрошенных компаний, профессиональный аналитик есть в штате в 5,4% случаев, а 3,0% опрошенных отметили, что интерес к цифровизации есть, но цены на эти услуги завышены. Об отсутствии доверия к официальным источникам данных высказались около 1% респондентов.

В разрезе субъектов, в отличие от усредненных данных, по некоторым направлениям выявились другие тенденции. К примеру, в Республике Марий Эл максимальный процент респондентов, сообщивших об отсутствии финансовых средств для внедрения цифровых решений (15,3%), но минимальный процент компаний, заключивших договора с платными аналитическими центрами для получения услуг (2,5%) и имеющих аналитические отделы в штате (1,7%), как следует из структуры ответов, полученных во время опроса (рис. 2).

В Республике Мордовия больше всего компаний, пользующихся статистической информацией, размещаемой в открытом доступе различных государственных ведомств и отраслевых союзов (54,4%), а также

меньше всего компаний, отметивших отсутствие свободных денежных средств (4,4%) и заявивших об отсутствии необходимости в дополнительной информации (4,4%). При этом показатели ответов компаний Республики Татарстан максимально приближены к средним данным по всем анализируемым регионам.

Из нюансов: чуть выше процент предприятий, пользующихся информационными ресурсами посредством личных знакомств (36,9%), и отметивших отсутствие свободных денежных средств (11,7%), соответственно, ниже количество использующих открытые источники Интернет (22,3%).

Данные по компаниям Чувашской Республики также максимально приближены к средним. При этом можно отметить, что здесь все же меньше пользуются личными контактами (22,0%) и больше компаний, ссылающихся на отсутствие необходимости в Big Data (20,6%).

В Нижегородской области сосредоточено максимальное количество предприятий, получающих информацию по своим контактам (51,2%) и имеющих аналитический отдел в штате (11,0%). При этом здесь существенно меньше тех, кто пользуется отчетами из открытого доступа (9,8%), и отметивших отсутствие свободных денежных средств (3,7%).

В Ульяновской области, так же, как и в Республике Мордовия, высок удельный вес компаний, пользующихся отчетами из открытого доступа (49,6%). Также здесь меньше всего компаний, отметивших отсутствие свободных денежных средств для цифровизации (1,7%).

По результатам проведенного опроса сформирована матрица определения потенциала перехода анализируемых объектов к использованию Big Data и их аналитике (табл. 3).

По результатам исследования удельный вес предприятий, обладающих высоким потенциалом для перехода к цифровому развитию, больше всего в Республике Мордовия и Ульяновской области (по 66% в каждом из субъектов), по остальным регионам показатели гораздо ниже. Минимальный результат среди регионов неожиданно для исследователей сформировался по Нижегородской области (всего 28%). Но также необходимо отметить, что здесь больше всего респондентов со средним уровнем потенциала (54% — это максимальный показатель среди опрошенных субъектов). Следует выделить, что три субъекта имеют наименьший удельный вес компаний со слабым потенциалом цифровизации — это Республика Мордовия (9%), Ульяновская (10%) и Нижегородская области (18%). Таким образом, можно отметить, что именно эти три региона обладают более высоким потенциалом к цифровизации, в отличие от трех других — Республики Марий Эл, Республики Татарстан и Чувашской Республики, в которых примерно равное распределение компаний по всем трем уровням потенциала.

Далее в разрезе субъектов были определены категории компаний, потенциал цифровизации которых выше, чем усредненные данные. Так, в Республике Марий Эл это сельхозтоваропроизводители (здесь высоким потенциалом цифровизации обладает 43% опрошенных) и торговые посредники (43%); в Ульяновской области — сельскохозяйственные кооперативы (75%), перерабатывающие предприятия (69%) и торговые посредники (68%); в Чувашской Республике — торговые посредники (58%), экспортеры (55%) и переработчики (45%); в Республике Мордовия — сельскохозяйственные предприятия (75%); в Республике Татарстан — перерабатывающие предприятия (46%) и торговые посредники (40%).

Ряд ученых считает, что основной проблемой внедрения цифровизации является отсутствие достаточного

Таблица 3. Матрица определения потенциала для перехода компаний к использованию Big Data и их аналитике

Table 3. Matrix to identify the potential for the transition of companies to the use of Big Data and its analytics

Субъекты	Уровень потенциала, %			
	Высокий	Средний	Слабый	Итого
Республика Марий Эл	33	35	32	100
Республика Мордовия	66	25	9	100
Республика Татарстан	36	40	24	100
Чувашская Республика	42	27	31	100
Нижегородская область	28	54	18	100
Ульяновская область	66	24	10	100

Подготовлено авторами по данным проведенного опроса около 900 организаций шести субъектов Приволжского федерального округа России, 2020–2022 гг.

количества финансирования: не все предприятия владеют достаточными средствами для соответствующего капитального вложения [30, 31]. Следующая проблема, с которой постоянно сталкиваются сельскохозяйственные предприятия, — это недостаток необходимых специалистов. Ученые оценивают, что на одного IT-специалиста-аграрника приходится 12 тыс. чел., занятых в АПК [32].

Для определения наличия или отсутствия взаимосвязи между уровнями социального развития сел и экономического развития сельскохозяйственного производства участвующих в мониторинге субъектов Приволжского федерального округа Российской Федерации и уровнем цифровизации этих регионов, авторами проведено дальнейшее исследование (рис. 3 и 4).

Этап 2. Итоги результативности социального и экономического аспектов развития сельских территорий регионов

По показателю социального развития регионов (рис. 3) максимальные результаты (66%) получены по Республике Татарстан. Среди анализируемой группы субъектов значимые показатели и у Чувашской Республики (46%), в том числе за счет высоких индексов развития сельских территорий. При этом показатели по Нижегородской области значительно уступают аналогичным параметрам других регионов и составляют лишь 26%.

Экономические результаты в целом выше, чем социальные, у всех анализируемых субъектов (рис. 4). Лидером в этой категории является Республика Мордовия (60%), чуть ниже показатели Республики Татарстан (53%). Явным аутсайдером стала Ульяновская область (38%). Слабее всего регион по показателям ресурсов производства — это низкие объемы инвестиций в от-

Рис. 3. Итоги по социальному аспекту

Fig. 3. Results of the social aspect

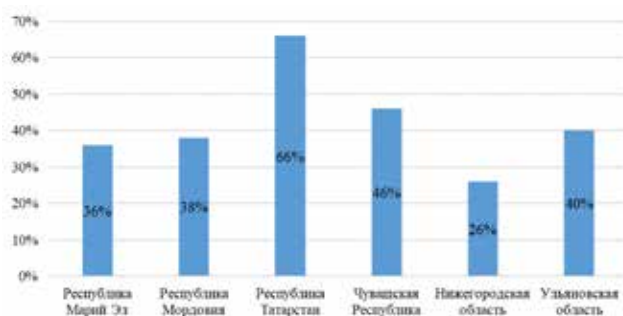
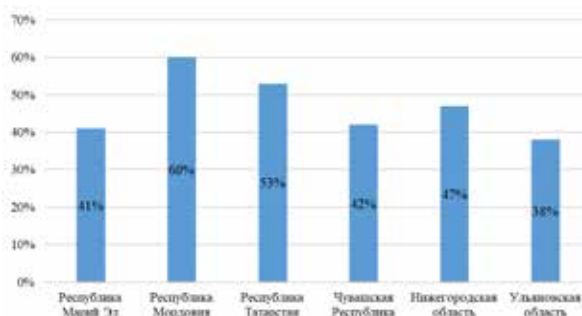


Рис. 4. Итоги по экономическому аспекту

Fig. 4. Results of economic aspect



расль, низкие темпы обновления сельскохозяйственных тракторов, отставание по объемам внесения удобрений и существующим энергетическим мощностям.

При сравнении уровней социального и экономического развития регионов, а также их потенциалов цифрового развития явная взаимосвязь не наблюдается. Причиной тому может быть слишком широкий спектр категорий предприятий, которые учитывались при расчете цифрового потенциала, — это весь спектр участников всего агропромышленного комплекса; при этом уровни социального и экономического развития рассматривались только по сельскохозяйству.

Выводы / Conclusion

В рамках проведенного исследования получены значимые результаты по выявлению потенциала перехода указанных регионов к цифровой экономике, а также расширены, упорядочены и сгруппированы показатели, отражающие уровень социально-экономического развития регионов, а именно:

1. Среди анализируемых шести субъектов Российской Федерации 66% опрошенных компаний Республики Мордовия и Ульяновской области обладают высоким потенциалом для перехода к использованию Big Data и их аналитике — это максимальные результаты в мониторинге. Показатель означает, что 66% хозяйств либо имеют профессиональных аналитиков в штате, либо пользуются открытыми статистическими данными, либо заключили контракты для получения готовых аналитических 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.

2. Среди всех опрошенных категорий компаний максимальным потенциалом перехода к цифровой экономике обладают торговые посредники (57%) и сельскохозяйственные кооперативы (54%). Чуть выше среднего данные по сельскохозяйственным и перерабатывающим предприятиям: 47,5% и 46,5% соответственно.

3. По сравнению с мониторингом, проводимым с мая 2020 года по апрель 2021 года, в текущем опросе, который проводился до апреля 2022 года, заметно снизилось количество ответов «сейчас информация не актуальна»: с 24,0% до 13,8%, что отражает возросшую заинтересованность среди представителей бизнеса в получении и использовании Big Data.

4. Для исследования уровня социально-экономического развития регионов был предложен комплекс показателей, отражающих социальный (20 показателей) и экономический (23 показателя) аспекты развития. По итогам исследования выяснилось, что средние экономические результаты субъектов выше, чем средние результаты социальных показателей: 46,8% против 42,0%. Таким образом, можно сделать вывод, что экономическое развитие регионов идет быстрее, чем социальное развитие. Полученное заключение важно при принятии решений о субсидировании проектов, направленных на развитие села.

5. Среди исследуемых регионов уровень социального развития выше всего в Республике Татарстан (66%, что на 24 п.п. превышает средние значения). Лидером экономического развития стала Республика Мордовия (60%, что на 13,2 п.п. выше средних значений), второй результат у Республики Татарстан (53%).

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. Елохов А.М., Александрова Т.В. Подходы к оценке результатов цифровой трансформации экономики России. *Учет. Анализ. Аудит.* 2019;6(5): 24-35. <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2019-6-5-24-35>
2. Печаткин В.В. Формирование и развитие цифровой экономики в России как стратегический приоритет развития территорий в условиях пандемий. *Вопросы инновационной экономики.* 2020;10(2): 837-848. <https://doi.org/10.18334/vinec.10.2.110187>
3. Кузнецов Н.В., Ххабид М.Д. Анализ развития системы мониторинга цифровизации экономики. *E-Management.* 2020;3(1): 86-98 <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-1-86-98>
4. Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg L.M. Digital Economy: Pocket Data Book. M.: Higher School of Economics. 2020. 112 p. <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-2158-8>
5. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;935: 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012036>
6. Rose D.Ch., Lyon J., Boon A., Hanheide M., Pearson S. Responsible development of autonomous robotics in agriculture. *Nature Food.* 2021;2: 306-309. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00287-9>
7. Кожевина О.В., Салиенко Н.В. Системная региональная экономика в цифровую эпоху. *Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции-биеннале.* М.: Наука. 2021. 224-227. <https://doi.org/10.33278/SAE-2020.book1.224-227>
8. Ткаченко И.Н., Стариков Е.Н. Цифровая экономика: основные тренды и задачи развития. *Известия Саратовского университета.* 2020;20(3): 244-255. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-3-244-255>

REFERENCES

1. Elokho A.M., Alexandrova T.V. Approaches to Assessing the Results of the Digital Transformation of the Russian Economy. *Accounting. Analysis. Auditing.* 2019;6(5): 24-35. <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2019-6-5-24-35> (In Russian.)
2. Pechatkin V.V. Formation and development of the digital economy in Russia as a strategic priority for the development of territories in the context of pandemics. *Creative Economy.* 2020;10(2): 837-848. (In Russian.) <https://doi.org/10.18334/vinec.10.2.110187>
3. Kuznetsov N.V., Khabib M.D. Analysis of the development of the economy digitalization monitoring system. *E-Management.* 2020;3(1): 86-98. (In Russian.) <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-1-86-98>
4. Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg L.M. Digital Economy: Pocket Data Book. M.: Higher School of Economics. 2020. 112 p. <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-2158-8>
5. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;935: 012036. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012036>
6. Rose D.Ch., Lyon J., Boon A., Hanheide M., Pearson S. Responsible development of autonomous robotics in agriculture. *Nature Food.* 2021;2: 306-309. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00287-9>
7. Kozhevina O.V., Salienko N.V. Systemic regional economy in the digital age. *Proc. Int. Conf. on System analysis in the economy – 2020.* M.: Publishing House Science Nayka. 2021. 224-227. (In Russian.) <https://doi.org/10.33278/SAE-2020.book1.224-227>
8. Tkachenko I.N., Starikov Y.N. Digital economy: key trends and development objectives. *Izvestiya of Saratov university. New series. Series: Economics. Management. Law.* 2020;20(3): 244-255. (In Russ.) <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-3-244-255>

9. Amentae T.K., Gebresenbet G. Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications. *Sustainability-Basel*. 2021;13(21): 12181. <https://doi.org/10.3390/su132112181>
10. Belokur O.S. Digitalization of the economy in the provincial region: main trends and problems. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;650: 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012015>
11. Субаева А.К., Александрова Н.П. Государственная поддержка цифровизации сельского хозяйства. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021;4(64): 130-135 <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-130-135>
12. Lacoste M., Cook S., McNee M., Gale D. On-Farm Experimentation to transform global agriculture. *Nature Food*. 2022;3(11): 11-18. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00424-4>
13. Афанасьева О.Г. Агропромышленный комплекс ПФО России: итоги, инвестиции и цифровизация. Москва : Русайнс. 2022. 110 с.
14. Кузнецов Н.В. Управление проектами цифровизации: методологический, организационный и финансовый аспекты. *Фундаментальные исследования*. 2020;2: 32-37. <https://doi.org/10.17513/fr.42681>
15. Вартанова М.Л. Современное состояние внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство: российская и зарубежная практика. В кн: Развитие экономических систем: теория, методология, практика. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет. 2021: 123-137
16. Ганиева И.А., Бобров Н.Е. Цифровые платформы в сельском хозяйстве России: правовой аспект внедрения. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(9): 83-86.
17. Herrero M., Thornton Ph.K., Paul C.W. Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food*. 2020;1: 266-272. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0074-1>
18. Mondejar M.E., Avtar R., Ba osDiaz H.L., Dubey R.K., Esteban J., G mez-Morales A., Hallam B., Mbungu N.T., Okolo C.C., Prasad K.A., She Q., Garcia-Segura S. Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Sci Total Environ*. 2021;794: 148539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
19. Fernandez C.M., Alves J., Gaspar P.D., Lima T.M. Fostering Awareness on Environmentally Sustainable Technological Solutions for the Post-Harvest Food Supply Chain. *Processes*. 2021;9(9): 1611. <https://doi.org/10.3390/pr9091611>
20. Donaldson A. Digital from farm to fork: Infrastructures of quality and control in food supply chains. *Journal of Rural Studies*. 2022;91: 228-235. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.10.004>
21. Steinke J., Ortiz-Crespo B., van Etten J., M ller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice. *Agr Syst*. 2020;195: 103313. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103313>
22. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;935: 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012045>
23. Samoggia A., Monticone F., Bertazzoli A. Innovative Digital Technologies for Purchasing and Consumption in Urban and Regional Agro-Food Systems: A Systematic. *Review Foods*. 2021;10(2): 208. <https://doi.org/10.3390/foods10020208>
24. Commandr Y., Macombe C., Mignon S. Implications for Agricultural Producers of Using Blockchain for Food Transparency, Study of 4 Food Chains by Cumulative Approach. *Sustainability-Basel*. 2021;13(17): 9843. <https://doi.org/10.3390/su13179843>
25. Amentae T.K., Gebresenbet G. Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications. *Sustainability-Basel*. 2021;13(21): 12181. <https://doi.org/10.3390/su132112181>
26. Filippova S., Ivanov E., Gordeeva L., Abrosimova M., Litvinova O., Tolstova M., Afanaseva O., Nesterova N. Digitalization of agriculture in the context of ensuring food security. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021;38: 7494-7500.
27. Афанасьева О.Г. Предпосылки формирования различных социальных слоев сельского общества в России. *Экономика сельского хозяйства России*. 2018;10: 110-117.
28. Турьянский А.В., Меренкова И.Н., Добрунова А.И., Сидоренко А.А. Теоретико-методический подход к исследованию жизнеобеспечения населения сельских территорий. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020;6: 43-47.
9. Amentae T.K., Gebresenbet G. Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications. *Sustainability-Basel*. 2021;13(21): 12181. <https://doi.org/10.3390/su132112181>
10. Belokur O.S. Digitalization of the economy in the provincial region: main trends and problems. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;650: 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012015>
11. Subaeva A., Aleksandrova N. Directions of state support digitalization of agriculture of Russia. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2021;4(64): 130-135. (In Russian.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-130-135>
12. Lacoste M., Cook S., McNee M., Gale D. On-Farm Experimentation to transform global agriculture. *Nature Food*. 2022;3(11): 11-18. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00424-4>
13. Afanaseva O.G. Agro-industrial complex of the Volga Federal District of Russia: results, investments and digitalization. Moscow : Rusline. 2022. 110 p. (In Russian.)
14. Kuznetsov N.V. Digitalization project management: methodological, organizational and financial aspects. *Fundamental research*. 2020;2: 32-37. (In Russian.) <https://doi.org/10.17513/fr.42681>
15. Vartanova M.L. The current state of the introduction of digital technologies in agriculture: Russian and foreign practice. In: *Development of economic systems: theory, methodology, practice* eds BN Gerasimov. Penza: FSBEI HE Penza SAU; 2021:123–137. (In Russian.)
16. Ganieva I.A., Bobrov N.E. Digital platforms in Russian agriculture: the legal aspect of implementation. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019;33(9): 83-86. (In Russian.)
17. Herrero M., Thornton Ph.K., Paul C.W. Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food*. 2020;1: 266-272. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0074-1>
18. Mondejar M.E., Avtar R., Ba osDiaz H.L., Dubey R.K., Esteban J., G mez-Morales A., Hallam B., Mbungu N.T., Okolo C.C., Prasad K.A., She Q., Garcia-Segura S. Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Sci Total Environ*. 2021;794: 148539. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
19. Fernandez C.M., Alves J., Gaspar P.D., Lima T.M. Fostering Awareness on Environmentally Sustainable Technological Solutions for the Post-Harvest Food Supply Chain. *Processes*. 2021;9(9): 1611. <https://doi.org/10.3390/pr9091611>
20. Donaldson A. Digital from farm to fork: Infrastructures of quality and control in food supply chains. *Journal of Rural Studies*. 2022;91: 228-235. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.10.004>
21. Steinke J., Ortiz-Crespo B., van Etten J., M ller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice. *Agr Syst*. 2020;195: 103313. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103313>
22. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;935: 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012045>
23. Samoggia A., Monticone F., Bertazzoli A. Innovative Digital Technologies for Purchasing and Consumption in Urban and Regional Agro-Food Systems: A Systematic. *Review Foods*. 2021;10(2): 208. <https://doi.org/10.3390/foods10020208>
24. Commandr Y., Macombe C., Mignon S. Implications for Agricultural Producers of Using Blockchain for Food Transparency, Study of 4 Food Chains by Cumulative Approach. *Sustainability-Basel*. 2021;13(17): 9843. <https://doi.org/10.3390/su13179843>
25. Amentae T.K., Gebresenbet G. Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications. *Sustainability-Basel*. 2021;13(21): 12181. <https://doi.org/10.3390/su132112181>
26. Filippova S., Ivanov E., Gordeeva L., Abrosimova M., Litvinova O., Tolstova M., Afanaseva O., Nesterova N. Digitalization of agriculture in the context of ensuring food security. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021;38: 7494-7500.
27. Afanaseva O.G. Prerequisites of formation of various social groups of rural society in Russia. *Economics of Agriculture of Russia*. 2018;10: 110-117. (In Russian.)
28. Turyanskiy A.V., Merenkova I.N., Dobrunova A.I., Sidorenko A.A. Theoretical and methodological approach to rural life support research. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020;6: 43-47. (In Russian.) <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2020-0-6-43-47>

29. Меренкова И.Н., Добрунова А.И. Формирование системы мониторинга жизнеобеспечения населения сельских территорий. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2020;2: 162-168. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2020.2.162>

30. Benyam A., Soma T., Fraser E. Digital agricultural technologies for food loss and waste prevention and reduction: Global trends, adoption opportunities and barriers. *J Clean. Prod.* 2021;323: 129099. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129099>

31. Janvry A., Sadoulet E. Using agriculture for development: Supply- and demand-side approaches. *World Development*. 2020;133: 105003. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105003>

32. Субаева А.К., Мухаметгалиев Ф.Н., Ибниев И.Л. Особенности технического обеспечения сельского хозяйства цифровыми технологиями. *Бизнес. Образование. Право*. 2021;1(54): 67-71. <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2021.54.159>

33. Birner R., Daum Th., Pray C. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2021;43(4): 1260. <https://doi.org/10.1002/aepp.13145>

29. Merenkova I.N., Dobrunova A.I. Formation of life support monitoring system for rural population. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;2: 162-168. (In Russian.) <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2020.2.162>

30. Benyam A., Soma T., Fraser E. Digital agricultural technologies for food loss and waste prevention and reduction: Global trends, adoption opportunities and barriers. *J Clean. Prod.* 2021;323: 129099. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129099>

31. Janvry A., Sadoulet E. Using agriculture for development: Supply- and demand-side approaches. *World Development*. 2020;133: 105003. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105003>

32. Subaeva A.K., Muchamedgaliev F.N., Ilniev I.L. Features of technical support of agriculture with digital technologies. *Bulletin of the Volgograd business institute Business Education Law*. 2021;1(54): 67-71. (In Russian.) <https://doi.org/10.25683/VOLBI.2021.54.159>

33. Birner R., Daum Th., Pray C. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2021;43(4): 1260. <https://doi.org/10.1002/aepp.13145>

ОБ АВТОРАХ:

Олеся Геннадьевна Афанасьева, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-2877-4991> e-mail: Olesyafanaseva@gmail.com

Андрей Евгеньевич Макушев, кандидат экономических наук, ректор, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0001-9987-2893> e-mail: info@academy21.ru

Мария Леонидовна Толстова, доцент кафедры гражданско-правовых дисциплин, кандидат экономических наук, доцент Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова. 15, Московский проспект, Чебоксары, 428015, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-1571-2522>

Антон Викторович Степанов, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, доцент. Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-4306-1199>

ABOUT THE AUTHORS:

Olesya Gennadevna Afanaseva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Chuvash State Agrarian University, 29, str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-2877-4991> e-mail: Olesyafanaseva@gmail.com

Andrey Evgenievich Makushev, Candidate of Economic Sciences, Rector, Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, 428003, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0001-9987-2893> e-mail: info@academy21.ru

Maria Leonidovna Tolstova, Associate Professor of the Department of Civil Law Disciplines, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor Chuvash State University named after I.N. Ulyanov. 15, Moskovsky prospect, Cheboksary 428015, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-1571-2522>

Anton Viktorovich Stepanov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Associate Professor. Chuvash State Agrarian University, 29, str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-4306-1199>

О.Г. Афанасьева¹, ✉
 В.А. Ельмов²,
 С.П. Филиппова¹,
 А.Е. Макушев¹,
 М.Л. Толстова²

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

✉ Olesyafanaseva@gmail.com

Поступила в редакцию:
 30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
 29.09.2022

Принята к публикации:
 25.10.2022

Olesya G. Afanaseva¹, ✉
 Viktor A. Elmov²,
 Svetlana P. Filippova¹,
 Andrey E. Makushev¹,
 Maria L. Tolstova²

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russian Federation

✉ Olesyafanaseva@gmail.com

Received by the editorial office:
 30.07.2022

Accepted in revised:
 29.09.2022

Accepted for publication:
 25.10.2022

Разработка экономической модели автоматизации расчетов бизнес-концепций малых сельхозпроизводителей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. По данным Росстата, за 2021 год удельный вес малых сельхозпроизводителей в валовом сборе картофеля составлял 77,8%, овощей — 71,6%, в производстве молока сырого — 43,8%, скота и птицы (в живом весе) — 21,9%. Однако по данным переписи 2021 года по сравнению с 2016 годом количество малых форм хозяйствования в России снизилось в среднем на 25%. Количество сельскохозяйственных организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, за указанный период увеличилось на 26,3%. В целях поддержки малого агробизнеса авторами разработана экономическая модель расчета рентабельности бизнес-концепций указанных категорий хозяйств, направленная на автоматизацию оценки эффективности ведения бизнеса и инвестиционных вложений.

Методы. Для выстраивания концепции расчетов использовались методы сравнительного, статистического анализа, экономико-математический подход. Для реализации методики расчета доходности применены базовые алгоритмы финансовой математики и встроенные в табличный процессор MS Excel функции финансовой категории.

Результаты. Модель позволяет оценить стоимость инвестиционных вложений, кредитных средств; запланировать численность персонала; пересчитать финансовые результаты с учетом использования кредитов и субсидий; рассчитать налоги. В целях апробации модели проведена оценка эффективности инвестирования в разведение КРС молочного направления в Чувашской Республике. Модель запускали 88 раз для расчета сроков окупаемости вложений в строительство и запуск молочной фермы с поголовьем 250 гол. основного стада при разной продуктивности коров и применяемой государственной поддержке. По результатам расчетов при средней и высокой продуктивности коров (6500–9000 кг) и с учетом применения основных направлений субсидирования отрасли, доступных в республике, окупаемость инвестиционных вложений можно через 4 года.

Ключевые слова: малый агробизнес, бизнес-концепция, эффективность производства, автоматизация, экономико-математическая модель (ЭММ), КФХ, инвестиции, государственная поддержка

Для цитирования: Афанасьева О.Г., Ельмов В.А., Филиппова С.П., Макушев А.Е., Толстова М.Л. Разработка экономической модели автоматизации расчетов бизнес-концепций малых сельхозпроизводителей. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 174–180. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-174-180>

© Афанасьева О.Г., Ельмов В.А., Филиппова С.П., Макушев А.Е., Толстова М.Л.

Developing an economic model for automated calculations for small agriculture business concept

ABSTRACT

Relevance. According to Rosstat, for 2021 share of small agribusiness in the gross harvest of potatoes was 77.8%, vegetables — 71.6%, in production of raw milk — 43.8%, livestock and poultry (in live weight) — 21.9%. However, according to the 2021 census, compared to 2016, the number of small businesses in Russia decreased by an average of 25%. The number of agricultural organizations that are not small businesses increased by 26.3% over the specified period. In order to support small agribusiness, the authors have developed an economic model for calculating the profitability of business concepts for these categories of farms, aimed at automating the assessment of the effectiveness of doing business and investment.

Methods. To build the concept of calculations, methods of comparative, statistical analysis, economic and mathematical approach were used. To implement the methodology for calculating the profitability, the basic algorithms of financial mathematics and the functions of the financial category built into the spreadsheet processor MS Excel were used.

Results. The model allows to evaluate the cost of investments, credit funds; plan the number of staff; recalculate financial results taking into account the use of loans and subsidies; calculate taxes. In order to test the model, an assessment was made of the effectiveness of investing in dairy cattle breeding in the Chuvash Republic. The model was run 88 times to calculate the payback period for investments in the construction and launch of a dairy farm with a population of 250 head in the main herd with different productivity of cows and applied state support. According to the results of calculations, with an average and high productivity of cows (6500–9000 kg), taking into account the use of the main areas of subsidizing the industry available in the republic, the return on investment can come in 4 years.

Key words: small agribusiness, business plan, production efficiency, automation, economic and mathematical model (EMM), KFH, investment, government support

For citation: Afanaseva O.G., Elmov V.A., Filippova S.P., Makushev A.E., Tolstova M.L. Developing an economic model for automated calculations for small agriculture business concept. Agrarian science. 2022; 364 (11): 174–180. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-174-180> (In Russian).

© Afanaseva O.G., Elmov V.A., Filippova S.P., Makushev A.E., Tolstova M.L.

Введение / Introduction

Калькуляторы расчета бизнес-планов в различных сферах жизнедеятельности большое количество. Многие из них доступны онлайн на интернет-ресурсах, где часть расчетов имеют открытый доступ, а полный расчет производится на коммерческих условиях. Однако когда речь заходит об агроиндустрии, количество отраслевых аналогов расчета резко снижается [1]. В крупных агрохолдингах, где эксперты — сотрудники компании — имеют возможность проходить обучение и стажировку, калькуляторы и экономико-математические модели (ЭММ) разработаны не только для всего бизнес-процесса и отраслей сельского хозяйства, но также внедрены решения по оптимизации отдельных логистических цепочек, использования полей, стада и прочее [2, 3].

В мелкотоварном хозяйстве ситуация иная, несмотря на его существенную долю в формировании агропродовольствия страны: от 20% до 70–80% в зависимости от вида производимой продукции (табл. 1).

По данным Росстата, в 2021 году наибольший удельный вес КФХ и хозяйств населения в общем объеме производства приходился на выращивание картофеля и овощей открытого и закрытого грунтов — более 70%. В животноводстве доля указанных категорий хозяйств значительна в производстве молока сырого — 43,8%. Однако по большинству анализируемых в работе продуктов удельный вес малого бизнеса из года в год сокращается. К примеру, с 2016 года его доля в общем производстве сократилась на величины от 1,9 п.п. (производство яиц) до 5,6 п.п. (производство молока сырого). Исключение составили объемы сбора зерновых и зернобобовых культур: рост за анализируемый период насчитывал 2,8 п.п.

По данным микропереписи сельского хозяйства, проведенной Росстатом в 2021 году, количество КФХ в России составляет 102,4 тыс. ед., ИП (занятых сельским хозяйством) — 20,8 тыс. ед., ЛПХ — 16,6 млн ед., микропредприятий — 14,4 тыс. ед., малых предприятий — 6,5 тыс. ед. Если сравнить количество малых формирований на селе 2021 года с показателями сельскохозяйственной переписи Росстата 2016 года, то можно отметить резкое снижение их числа. За анализируемый период малый агробизнес всех категорий сократился в среднем на 25%. Количество сельскохозяйственных организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, увеличилось на 26,3%, до 9,6 тыс. ед.

По ряду обстоятельств малый бизнес и хозяйства населения остаются незащищенными агроформированиями. Снижение их удельного веса в общей структуре производства не только формирует угрозу для развития сельских территорий (социальный аспект), но и является препятствием для повышения эффективности внутренней экономики [4].

Ранее авторами был разработан инвестиционный калькулятор, который создавался в качестве единого инструмента для оценки окупаемости инвестиционных проектов на федеральном уровне и проходил согласование как с отраслевыми экспертами, крупными агрохолдингами, так и с государственными институциональными единицами, системообразующими банками [5]. Однако указанная ЭММ, при всей ее продуманности, подходит для внедрения только в крупных агрохолдингах с поголовьем более 1000 голов продуктивного стада.

В ситуации все большего включения хозяйств населения в организованную структуру ведения агробизнеса, а также с возможностью доступа с 2022 года к получению государственной поддержки на возмещение затрат (при условии перехода ими на оплату НПД), считаем актуальной разработку экономической модели расчета рентабельности бизнес-концепций именно для малых сельхозпроизводителей.

Целью проводимой работы является автоматизация расчетов бизнес-концепций и эффективности инвестиционных вложений малого агробизнеса для быстрой оценки целесообразности бизнес-идей. В дальнейшем предполагается формирование простой и удобной в использовании онлайн-платформы расчета, которая будет работать при вводе основных факторных данных. Далее программа рассчитает и выведет показатели финансовых результатов, полученных при заданных пользователем входных данных.

Разрабатываемая авторами бизнес-концепция имеет своей целью не доказывать внешним пользователям перспективность бизнес-идеи сельхозпроизводителя и выгодность инвестиций (реализовывать эту цель призван бизнес-план), а выработать полное понимание собственного проекта и ясную бизнес-стратегию у самого предпринимателя.

В сельском хозяйстве наиболее проработанными являются калькуляторы расчета страховки, кредита, налоговой нагрузки, а также другие ЭММ, направленные на оптимизацию затрат [6–9]. Все эти модели обеспечивают решение какой-то одной задачи: рассчитать страховку, кредит, сократить издержки на содержание поля,

Таблица 1. Доля крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения в производстве основных видов сельскохозяйственной продукции

Table 1. The share of farmers and households in the production of basic types of agricultural products

Продукция	Крестьянские (фермерские) хозяйства, %	Хозяйства населения, %	Сумма по категориям хозяйств, %		Отклонение, 2021 г. к 2016 г., п.п.
			2021 г.	2016 г.	
Зерновые и зернобобовые	30,3	1,1	31,4	28,6	+2,8
Картофель	13,9	63,9	77,8	81,3	–3,5
Овощи открытого и закрытого грунтов	20,3	51,3	71,6	76,7	–5,1
Скот и птица на убой всего (в живом весе)	3,9	18,0	21,9	26,9	–5,0
Молоко сырое	9,1	34,7	43,8	49,4	–5,6
Яйца	1,2	17,6	18,8	20,7	–1,9

Источник: данные Росстата (2021 г.)

установить оптимальную цену на продукт и т.д. [10–12]; они имеют отраслевую направленность [13–15], узкую специализацию [16, 17]. Комплексным подходом эти решения не обладают. А если обладают, то, как уже упоминалось ранее, являются громоздкими и предназначенными для крупных агрохолдингов.

Меж тем значимость ЭММ велика как для принятия управленческих решений, так и для анализа социально-экономического положения отдельных хозяйствующих субъектов и регионов в целом [18, 19]. Проблему достижимости целей хозяйственных и политических решений позволяет обосновывать использование методов математического программирования [20]. В рамках цифровой экономики рассматривается переформатирование использования расчетов в онлайн-системах, что позволяет расширить возможности математических моделей и внедрить информационные технологии в аналитический процесс [21–23], увеличить инновационность сельскохозяйственных организаций [24, 25].

Материал и методы исследования / Materials and method

В качестве инструментария для формирования линейки расчетов бизнес-концепций использован табличный процессор MS Excel (технологии макропрограммирования) и язык программирования высокого уровня C++ для тестирования работы расчетов на онлайн-платформах. Для реализации методики расчета доходности применены базовые алгоритмы финансовой математики и встроенные в табличный процессор MS Excel функции финансовой категории.

Для выстраивания концепции расчетов использовались методы сравнительного, статистического анализа, экономико-математический подход. При формировании таблиц, рассчитывающих расходы в разрезе отраслей, за основу закладывались нормативы, принятые Минсельхозом России, а также среднерыночные данные о ценах и других вводных показателях.

Теоретической и методологической базой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых, экономистов, внесших большой вклад в развитие экономико-математических моделей планирования и прогнозирования. Особо стоит выделить разработки ученых РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева и ВИАПИ имени А.А. Никонова по разработке и практической реализации экономико-математических методов, моделирования, системного анализа, современных информационных систем и технологий [26, 27].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Разработанная экономическая модель имеет структуру, отображающую логику выстраивания схемы расчетов, и едина для всех отраслей применения (рис. 1).

Модель представляет собой последовательный расчет затрат, которые в представленной структуре объединены в разделе «факторные показатели». Для суммирования затратной части пользователю необходимо внести входные параметры,

которые делятся на две группы: общие и отраслевые. В группу «Общие» отнесены общехозяйственные расходы, которые не зависят от выбранного отраслевого направления; в группе «Отраслевые» суммируются затраты непосредственно по выбранному направлению деятельности.

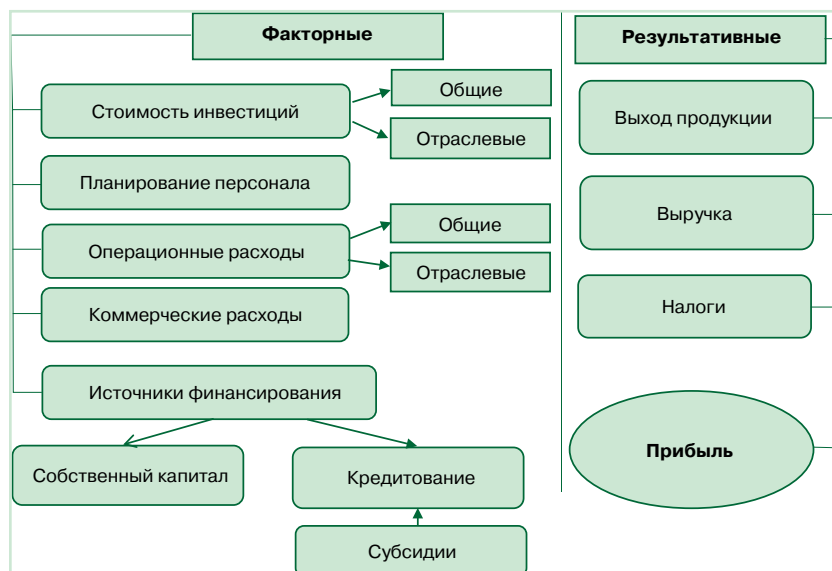
Расчет показателей начинается после внесения пользователем входных параметров, что дает потребителю возможность корректировать данные с учетом индивидуальных потребностей. Входные параметры условно можно сгруппировать по следующим направлениям:

- 1) технологические (или отраслевые) — к этой группе относятся, к примеру, поголовье стада или площадь соответствующих видов культур (в зависимости от выбранного направления бизнес-концепции), продуктивность животных или урожайность культур и другие аналогичные данные;
- 2) операционные — это данные по группе постоянных и переменных затрат. К примеру, к переменным можно отнести стоимость кормов, средств защиты животных, семян, средств защиты растений и другие;
- 3) коммерческие — расходы на сбыт и рекламу (при необходимости);
- 4) инвестиционные — инвестиционные затраты состоят из двух групп: а) общие, в том числе закупка автомобиля, помещения, мебели и прочие; б) отраслевые: закупка техники, поголовья и прочие;
- 5) финансовые — доля собственного участия в проекте, сроки кредитования, процентная ставка по кредитам, отсрочки выплаты (если есть), субсидирование процентной ставки;
- 6) персонал — возможность планирования численности штата и расходов на его содержание;
- 7) текущие — цена реализации продукции и прочие.

Указанные параметры пользователь должен вносить в соответствующие ячейки поочередно, начиная со стоимости инвестиций и заканчивая источниками финансирования в части факторных показателей, и стекущих цен до выбранной системы налогообложения — в части результативных показателей.

Рис. 1. Структура экономической модели автоматизации расчетов бизнес-концепций малого агробизнеса (составлена авторами)

Fig. 1. The structure of the economic model for automating the calculation of business concepts for small agribusiness (compiled by the authors)



С учетом того, что модель прежде всего призвана помочь хозяйствам населения, расчеты будут происходить, даже если некоторые входные параметры останутся незаполненными. При необходимости они могут проставляться автоматически исходя из средних отраслевых параметров. Отраслевые пункты будут отражаться опционально в зависимости от того, какое направление выбрал пользователь.

Выходные параметры модели можно разделить на несколько групп:

1) оценка эффективности бизнеса: объем производства продукции, выручка, прибыль, рентабельность, период окупаемости;

2) оценка потребности в инвестиционных ресурсах: общая сумма инвестиций, собственные средства инвестора, залоговое обеспечение;

3) оценка уровня государственной поддержки по направлению;

4) социальная и бюджетная эффективность проекта: объем производства товарной продукции, количество рабочих мест, средняя заработная плата, налоговые поступления в бюджеты всех уровней.

Экономическая модель расчета эффективности бизнес-концепций малого агробизнеса универсальна и может использоваться в разрезе отраслей как хозяйствами населения, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (КФХ), так и небольшими организациями. Авторы считают, что максимальную эффективность модель принесет хозяйствам населения, так как в целях успешного развития домохозяйствам необходимо подстраиваться под рыночные условия хозяйствования, а также научиться закладывать в структуру затрат понесенные трудозатраты (ручной или механизированный труд). Следующий целевой ориентир — это КФХ. Данный вид хозяйствования в основном держится на одном лидере, у которого часто нет времени рассчитывать расходы, доходы и задумываться о целесообразности тех или иных направлений деятельности.

Модель позволит обратить внимание пользователя на инфраструктурные, ресурсные и регуляторные проблемы проекта.

В рамках описанной выше структуры (рис. 1) планируется разработка автоматизированного расчета эффективности бизнес-концепций по следующим направлениям, которые массово распространены среди домохозяйств страны, а именно:

- 1) выращивание картофеля;
- 2) разведение КРС молочного направления;
- 3) содержание молодняка КРС на откорме;
- 4) выращивание кур домашних (получение яиц);
- 5) выращивание кросса мясных кур для получения бройлеров;
- 6) разведение кроликов;
- 7) выращивание овец и коз.

В качестве примера работы модели представим расчеты сроков окупаемости затрат (без дисконтирования) в разведении КРС молочного направления для малых форм хозяйствования, запускающих ферму на 250 гол. основного стада. Цена реализации сырого молока взя-

Таблица 2. Сравнительная таблица, отражающая срок окупаемости инвестиционных вложений в разведение КРС молочного направления при заданных входных параметрах (лет)

Table 2. Comparative table reflecting the payback period of investments in dairy cattle breeding with given input parameters (years)

№ п/п	Продуктивность, кг	Направления государственной поддержки							все субсидии
		субсидий нет	A ¹	B ²	C ³	A + B	A + C	B + C	
1.	4000	16	16	16	8	16	8	8	8
2.	4500	16	16	15	7	15	7	7	7
3.	5000	15	14	14	6	12	6	6	6
4.	5500	13	11	12	6	10	5	5	5
5.	6000	11	10	10	5	9	5	5	5
6.	6500	9	8	9	5	8	5	5	4
7.	7000	8	8	8	5	7	4	4	4
8.	7500	8	7	7	4	7	4	4	4
9.	8000	7	6	7	4	6	4	4	4
10.	8500	6	6	6	4	6	4	4	4
11.	9000	6	5	6	4	5	4	4	4

¹ A — субсидии на поддержку собственного производства молока;

² B — субсидии на содержание племенного маточного поголовья молочного направления;

³ C — субсидии на техническую и технологическую модернизацию, строительство животноводческого комплекса молочного направления

та на уровне 34,5 руб./кг с учетом НДС, уровень выхода телят принят за 75%, товарность молока — 95%. Показатель рассчитывается в зависимости от изменения продуктивности коров и применения либо не применения предпринимателем отраслевых субсидий. Так как федеральные направления государственной поддержки дополняются региональными субсидиями, а также субъекты принимают самостоятельные решения по поводу процентных и других ставок субсидирования, было принято решение рассчитать показатели, исходя из основных действующих направлений государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей (кроме ЛПХ) в Чувашской Республике. Модель запускали 88 раз, каждый раз меняя указанные выше условия. Получившиеся результаты сроков окупаемости вложений при разных условиях хозяйствования представлены в сравнительной таблице (табл. 2).

При средней и высокой продуктивности коров (6500–9000 кг) и с учетом применения основных направлений субсидирования отрасли (столбец 10 табл. 2), выйти на окупаемость инвестиционных вложений можно через 4 года. При отсутствии субсидий сельхозтоваропроизводители с надоем молока на 1 корову на уровне 8500–9000 кг могут выйти на окупаемость через 6 лет. При среднем уровне надоев (по данным Росстата, в 2021 году средняя продуктивность одной коровы во всех категориях хозяйств Чувашской Республики составила 5128 кг) без получения субсидий на окупаемость можно выйти через 15 лет. Максимальную помощь аграриям оказывает субсидирование технической и технологической модернизации и строительства животноводческого комплекса. При применении указанных направлений государственной поддержки ввод нового животноводческого комплекса при среднерегиональном уровне надоя может окупиться уже через 6 лет.

Модель можно дополнить и другими имеющимися в регионе направлениями государственной поддержки, что сделает ее еще содержательнее.

Выводы / Conclusion

Разработанная экономическая модель может быть использована малыми формами хозяйствования (в том числе хозяйствами населения, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами или небольшими СХТП) по основным направлениям их сельскохозяйственной деятельности для расчета эффективности ведения агробизнеса, в том числе для оценки стоимости инвестиционных вложений; планирования численности персонала; расчета операционных и коммерческих расходов; оценки необходимости применения кредитных средств; расчета налогов и выхода продукции, сроков окупаемости вложений и т.д.

При дальнейшем расширении работы, направления, выбранные для первичной автоматизации, могут быть дополнены. В рамках второго этапа планируется авто-

матизация расчетов по следующим подотраслям: виноградарство (для южных регионов страны), хмелеводство, пчеловодство, ягодоводство и т.д..

Преимуществами модели являются:

- автоматизация — возможность использования для разных наборов исходных данных;
- простота использования — разработанное приложение не требует специальных навыков для его использования;
- наглядность — можно изучить уровень эффективности инвестиций и степень их изменения при различных входных параметрах;
- практическая направленность — возможность использования для отработки разных направлений инвестиционных вложений.

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. Агапитова Л.Г. Бизнес-план как основа создания и развития малых форм хозяйствования в АПК. *Экономика и предпринимательство*. 2021; 9(134): 705-709. <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.134.9.128>
2. Тудвасева Е.Ю. Бизнес-план и планирование на предприятии. *Бизнес и дизайн ревю*. 2020; 3(19): 3.
3. Епанчинцев В.Ю. Бизнес-план инвестиционного проекта как продукт аграрного консалтинга. *Фундаментальные исследования*. 2021; 8: 21-28. <https://doi.org/10.17513/fr.43076>
4. Кравченко Т.С. Трудовой потенциал К(Ф)Х как фактор социально-экономического развития сельских территорий. Доклады VI Национальной научно-практической конференции, Комрат, 26 ноября 2020 года. Комрат: *Комратский государственный университет*. 2020. 140-144.
5. Афанасьева О.Г. Разработка экономико-математической модели расчета инвестиционной привлекательности молочного скотоводства. *Доклады ТСХА: Сборник статей, 02-04 декабря 2014 года*. М.: *Грин Эра*. 2015. 141-146.
6. Басирова Э.Р., Ефимов О.Н. Расчет емкости рынка страхования сельскохозяйственных культур (на примере Республики Башкортостан). *Вопросы инновационной экономики*. 2019; 9(2): 595-606. <https://doi.org/10.18334/rp.20.5.40574>
7. Воеводина Л.А., Воеводина О.В. Калькулятор окупаемости инвестиций в мелиоративный парк. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2019; 2(74): 103-108.
8. Вардомацкая Е.Ю., Деркаченко П.Г., Сомова Е.А. Интерактивное приложение «депозитный калькулятор». Тезисы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, Витебск, 24 апреля 2019 года. Витебск: *Витебский государственный технологический университет*. 2019. 151-152.
9. Filippova S., Ivanov E., Gordeeva L., Abrosimova M., Litvinova O., Tolstova M., Afanaseva O., Nesterova N. Digitalization of agriculture in the context of ensuring food security. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021; 38: 7494-7500.
10. Несвоева А.А., Коваленко А.Н. Разработка программного приложения «инвестиционный калькулятор». Молодой исследователь: Материалы I Всероссийской научной конференции с международным участием, Липецк, 24 декабря 2020 года. Липецк: *Липецкий государственный технический университет*. 2021. 322-327.
11. Светлова Г.Н., Филатов А.И. Математические модели в управлении. Модель трансфертных цен: учебно-методическое пособие. М.: *Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева*, 2020. 89 с.
12. Сафиуллин И.Н., Зиганшин Б.Г., Амирова Э.Ф., Клычова Г.С., Низамутдинов М.М. Оценка продовольственной безопасности России. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 2(62): 124-132. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-124-132>

REFERENCES

1. Agapitova L.G. Business plan as a basis for the creation and development of small business in the agro-industrial complex. *Journal of Economy and entrepreneurship*. 2021; 9(134): 705-709. <https://doi.org/10.34925/EIP.2021.134.9.128> (In Russian.)
2. Tudevaseva E.Yu. Planning on the enterprise is the importance of a business plan. *Business and Design Review*. 2020; 3(19): 3. (In Russian.)
3. Epanchintsev V.Yu. Business plan of the investment project as a product of agrarian consulting. *Fundamental research*. 2021; 8: 21-28. (In Russian.) <https://doi.org/10.17513/fr.43076>
4. Kravchenko T.S. Labor potential K(F)X as a factor of socio-economic development of rural areas. Reports of the Conference of VI education and science. Comrat : *Comrat State University*. 2020. 140-144. (In Russian.)
5. Afanaseva O.G. Development of an economic and mathematical model for calculation of the investment attractiveness of dairy cattle breeding. *Reports of the Conference of the RGAAU - MSHA them. K. A. Timiryazeva. M.: Grin Era*. 2015. 141-146. (In Russian.)
6. Basirova E.R., Efimov O.N. Calculation of the capacity of the crop insurance market (on the example of the Republic of Bashkortostan). *Voprosy Innovatsionnoy Ekonomiki*. 2019; 9(2): 595-606. <https://doi.org/10.18334/rp.20.5.40574> (In Russian.)
7. Voyevodina L.A., Voyevodina O.V. Return calculator for meliorative park. *Puti povusheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*. 2019; 2 (74): 103-108. (In Russian.)
8. Vardomatskaya E., Somova E., Dubkova M. Interactive APP "deposit calculator" as a method for determining income from opening a deposit. Education and science in the XXI century: Articles of the IV International Scientific and Practical Conference. Vitebsk : *Vitebsk State Technological University*. 2019. 161-163. (In Russian.)
9. Filippova S., Ivanov E., Gordeeva L., Abrosimova M., Litvinova O., Tolstova M., Afanaseva O., Nesterova N. Digitalization of agriculture in the context of ensuring food security. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021; 38: 7494-7500.
10. Nesvovaya A.A., Kovalenko A.N. Software application development "investment calculator". Young Researcher: The Results of Russian scientific conference, Lipetsk, 24 dec. 2020. Lipetsk : *Lipetsk State Technical University*. 2021. 322-327. (In Russian.)
11. Svetlova G.N., Filatov A.I. Mathematical models in management: transfer prices model; teaching manual. M. : *Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*. 2020. 89 p. (In Russian.)
12. Safiullin I., Ziganshin B., Amirova E., Klychova G., Nizamutdinov M. Assessment of food security in Russia. *Vestnik of Kazan Agrarian University*. 2021; 2(62): 124-132. (In Russian.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-124-132>

13. Jiang N., Sharp B. Technical efficiency and technological gap of New Zealand dairy farms: a stochastic meta-frontier model. *Journal of Productivity Analysis*. 2015; 44: 39–49. <https://doi.org/10.1007/s11123-015-0429-z>
14. Lungarska A., Jayet P.A. Impact of Spatial Differentiation of Nitrogen Taxes on French Farms' Compliance Costs. *Environmental and Resource Economics*. 2018; 69: 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0064-9>
15. Babkina A., Puchkova O., Svetlova G., Afanasyeva S. The system approach to the planning as the basis of food security. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences: Proceedings of the Conference on Land Economy and Rural Studies Essentials (LEASECON 2021), Omsk, 10–11 may 2021. Omsk : *European Publisher*. 2022. 460–465. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2022.02.59>
16. Rezitis A.N. Investigating price transmission in the Finnish dairy sector: an asymmetric NARDL approach. *Empirical Economics*. 2019; 57: 861–900. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1482-z>
17. Bravo-Ureta B.E., Solís D., Moreira López V.H., Maripani J.F., Thiam A., Rivas T. Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *Journal of Productivity Analysis*. 2007; 27: 57–72. <https://doi.org/10.1007/s11123-006-0025-3>
18. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 935: 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012045>
19. Точиева Л.К., Гойгова М.Г. Разработка экономико-математических моделей (ЭММ) и принципы их построения. *Экономика и предпринимательство*. 2016; 9(74): 490–493.
20. Светлов Н.М., Буць В.И., Карачевская Е.В. Применение математических методов в управлении АПК Беларуси и России. М.: *Центральный экономико-математический институт РАН*. 2020. 177 с. <https://doi.org/10.33276/978-5-8211-0782-4>
21. Мухаметгалиев Ф.Н., Садриева Ф.Ф., Амирова Э.Ф., Губанова Е.В., Захарова Г.П. Современное состояние и перспективы развития технической базы сельского хозяйства в условиях цифровой экономики. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020; 3(59): 121–125. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-121-125>
22. Файзрахманов Д.И., Хазеев Л.Ф. Инвестиции как драйвер роста сельскохозяйственной отрасли (на примере Республики Татарстан). *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 4(64): 136–139. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-136-139>
23. Корнилова Л.М., Александров А.В. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса Чувашской Республики. Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 года. Чебоксары : *Чувашский государственный аграрный университет*, 2021. 565–567.
24. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 935: 012036 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012036>
25. Danilova N., Ivanov E., Malinina L., Khristoliubov S., Tolstova M. Substantiation of the process of developing a scorecard for a comprehensive evaluation of hop growing. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021; 38: 4182–4189.
26. Филатов А.И., Гатаулин А.М., Светлов Н.М., Стратонович Ю.Р., Светлова Г.Н., Карпузова В.И., Лядина Н.Г., Копенкин Ю.И., Ермакова Е.А. Развитие экономико-математических методов, информационных систем и технологий в АПК Российской Федерации (летопись кафедры экономической кибернетики) / и др. Иркутск : *Мегапринт*, 2017. 161 с.
27. Бородин К.Г., Гончаров В.Д., Фролова Е.Ю. Прогноз развития рынка молока и молочной продукции в России: методы, оценки, анализ. М. : *ВИАПИ имени А.А. Никонова*. 2020. 255 с.
13. Jiang N., Sharp B. Technical efficiency and technological gap of New Zealand dairy farms: a stochastic meta-frontier model. *Journal of Productivity Analysis*. 2015; 44: 39–49. <https://doi.org/10.1007/s11123-015-0429-z>
14. Lungarska A., Jayet P.A. Impact of Spatial Differentiation of Nitrogen Taxes on French Farms' Compliance Costs. *Environmental and Resource Economics*. 2018; 69: 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0064-9>
15. Babkina A., Puchkova O., Svetlova G., Afanasyeva S. The system approach to the planning as the basis of food security. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences: Proceedings of the Conference on Land Economy and Rural Studies Essentials (LEASECON 2021), Omsk, 10–11 may 2021. Omsk : *European Publisher*. 2022. 460–465. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2022.02.59>
16. Rezitis A.N. Investigating price transmission in the Finnish dairy sector: an asymmetric NARDL approach. *Empirical Economics*. 2019; 57: 861–900. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1482-z>
17. Bravo-Ureta B.E., Solís D., Moreira López V.H., Maripani J.F., Thiam A., Rivas T. Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *Journal of Productivity Analysis*. 2007; 27: 57–72. <https://doi.org/10.1007/s11123-006-0025-3>
18. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 935: 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012045>
19. Tochiewa L.K., Goigova M.G. Development of economic-mathematical models (EMM) and the principles of its construction. *Journal of Economy and entrepreneurship*. 2016; 9(74): 490–493. (In Russian.)
20. Svetlov N.M., Buts V.I., Karachevskaya E.V. The use of mathematical methods in the management of agro-industrial complex in Belarus and Russia. M. : *Central Economics and Mathematics Institute RA*. 2020. 177. (In Russian.) <https://doi.org/10.33276/978-5-8211-0782-4>
21. Mukhametgaliev F., Sadrieva F., Amirova E., Gubanov E., Zakharova G. Current state and problems of development of the technical basis of agriculture. *Vestnik of Kazan Agrarian University*. 2020; 3(59): 121–125. (In Russian.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-121-125>
22. Fayzrahmanov D., Hazeev L. Investments as a driver of growth in the agricultural industry (on the example of the Republic of Tatarstan). *Vestnik of Kazan Agrarian University*. 2021; 4(64). 136–139. (In Russian.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-136-139>
23. Kornilova L.M., Aleksandrov A.V. Digital transformation of the agroindustrial complex of the Chuvash Republic. Scientific and educational environment as the basis for the development of the intellectual potential of agriculture in Russian regions: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, 22 okt. 2021. Cheboksary : *Chuvash State Agrarian University*. 2021. 565–567. (In Russian.)
24. Afanaseva O.G., Elmov V.A., Ivanov E.A., Makushev A.E. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 935: 012036 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/935/1/012036>
25. Danilova N., Ivanov E., Malinina L., Khristoliubov S., Tolstova M. Substantiation of the process of developing a scorecard for a comprehensive evaluation of hop growing. *Proc. Of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA)*. 2021; 38: 4182–4189.
26. Filatov A.I., Gataulin A.M., Svetlov N.M., Stratonovich Yu.R., Svetlova G., Karpuzova V.I., Lyadina N.G., Kopenkin Yu.I., Ermakova E.A. Development of economic and mathematical methods, information systems and technologies in AIC of the Russian Federation (chronicle of the Department of Economic Cybernetics). Irkutsk: *MegaPrint*. 2017. 161 p. (In Russian.)
27. Borodin K.G., Goncharov V.D., Frolova E.Y. Forecast of the development of the market for milk and dairy products in Russia: methods, estimates, analysis. M. : *All-Russian Institute of Agricultural Research and Informatics named A. A. Nikonov*. 2020. 255 p. (In Russian.)

ОБ АВТОРАХ:

Олесья Геннадьевна Афанасьева, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2877-4991>
 e-mail: Olesyafanaseva@gmail.com

Виктор Анатольевич Ельмов, инженер-программист Информационно-вычислительного центра, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, 15, Московский проспект, Чебоксары, 428015, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1571-2516>
 e-mail: v.elmov@chuvsu.ru

Светлана Петровна Филиппова, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, менеджмента и агроконсалтинга, доцент, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9256-5380>
 e-mail: sveta-fp@mail.ru

Андрей Евгеньевич Макушев, кандидат экономических наук, ректор, Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9987-2893>
 e-mail: info@academy21.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Olesya Gennadevna Afanaseva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Chuvash State Agrarian University, 29, str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2877-4991>
 e-mail: Olesyafanaseva@gmail.com

Viktor Anatolievich Elmov, Software Engineer of Department of Informatization, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, 15, Moskovsky prospect, Cheboksary 428015, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-1571-2516>
 e-mail: v.elmov@chuvsu.ru

Svetlana Petrovna Filippova, Candidate of Economic Sciences, associate Professor of the Department of Economics, Management and Agricultural Consulting Chuvash State Agrarian University, 29 Karl Marx street, Cheboksary, 428003, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9256-5380>
 e-mail: sveta-fp@mail.ru

Andrey Evgenievich Makushev, Candidate of Economic Sciences, Rector, Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, 428003, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9987-2893>
 e-mail: info@academy21.ru

УДК 658.153

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-181-185

Т.А. Медведева, ✉
Н.В. Алексеева,
Л.В. Улыбина,
Е.А. Иванов,
А.А. Семенов,
А.В. Степанов

Чувашский государственный аграрный
 университет, Чебоксары, Российская
 Федерация

✉ mta7788@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
 29.09.2022

Принята к публикации:
 27.10.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-181-185

Tatjana A. Medvedeva, ✉
Natalja V. Alekseeva,
Larisa V. Ulybina,
Evgenij A. Ivanov,
Artur A. Semenov,
Anton V. Stepanov

Chuvash State Agrarian University,
 Cheboksary, Russian Federation

✉ mta7788@yandex.ru

Received by the editorial office:
 30.07.2022

Accepted in revised:
 29.09.2022

Accepted for publication:
 27.10.2022

Концепция доминирующих индикаторов в комплексной системе оценки финансового состояния предприятия

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Актуальность исследования обусловлена тем, что комплексная система оценки включает анализ показателей, которые с разных сторон характеризуют функционирование предприятия в экономической среде, но не всегда линейно и однозначно связаны с финансовыми результатами деятельности. В этой связи особенно важным является определение ключевых индикаторов, наиболее точно отражающих связь с получаемой прибылью. Их доминирующее влияние на конечные результаты позволяют своевременно оценить риски и принять эффективные финансовые решения.

Методы. Основным инструментом исследования выступил алгоритм проведения комплексного анализа финансового состояния предприятия и выявления доминирующих индикаторов, определяющих конечный финансовый результат.

Результаты. Одной из первоочередных задач анализа является выявление факторов, влияющих на конечный финансовый результат. Однако, как показывает практика, анализ различных коэффициентов может дать неоднозначную информацию. Так, например, возможны ситуации, когда были выявлены низкие показатели ликвидности, а финансовые результаты при существующей структуре активов достаточно высоки и деятельность предприятия высокорентабельна. Или заемные источники финансирования значительно преобладают над собственными, что резко снижает финансовую устойчивость, но при этом эффект финансового рычага значителен, и предприятие получает высокую прибыль. То есть значения некоторых показателей не всегда характеризуют деятельность предприятия достаточно однозначно. Определение доминирующих индикаторов является необходимым инструментом для понимания реального влияния отдельных экономических параметров на конечный финансовый результат. Целью исследования является практическое применение концепции доминирующих индикаторов в системе финансового анализа предприятия. В ходе исследования был проведен комплексный анализ финансового состояния трех крупнейших предприятий зерноперерабатывающей отрасли различных регионов Приволжского федерального округа. Выявлены доминирующие индикаторы, наиболее точно отражающие влияние на получаемую прибыль. Сделан вывод о специфических доминирующих индикаторах, определяющих конечный финансовый результат деятельности предприятий, и о разной степени влияния отдельных экономических параметров на уровень прибыли.

Ключевые слова: финансовый анализ, показатели, индикаторы, финансовые результаты

Для цитирования: Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Улыбина Л.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Степанов А.В. Концепция доминирующих индикаторов в комплексной системе оценки финансового состояния предприятия. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 181–185. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-181-185>

© Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Улыбина Л.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Степанов А.В.

The concept of dominant indicators in a comprehensive system for assessing the financial condition of an enterprise

ABSTRACT

Relevance. The relevance of the study is due to the fact that a comprehensive assessment system includes an analysis of indicators that characterize the functioning of an enterprise in an economic environment from different sides, but are not always linearly and unambiguously related to financial performance. In this regard, it is especially important to identify key indicators that most accurately reflect the relationship with the profit received. Their dominant influence on the final results will allow to assess risks in a timely manner and make effective financial decisions.

Methods. The main research tool was an algorithm for conducting a comprehensive analysis of the financial condition of the enterprise and identifying the dominant indicators that determine the final financial result.

Results. One of the primary tasks of the analysis is to identify the factors affecting the final financial result. However, as practice shows, the analysis of various coefficients can give ambiguous information. For example, there may be situations when low liquidity indicators have been identified, but financial results with the existing asset structure are quite high and the company's activities are highly profitable. Or borrowed sources of financing significantly prevail over their own, which sharply reduces financial stability, but at the same time the effect of financial leverage is significant, and the company receives high profits. That is, the values of some indicators do not always characterize the activity of the enterprise quite unambiguously. Determining the dominant indicators is a necessary tool for understanding the real impact of individual economic parameters on the final financial result. The purpose of the study is the practical application of the concept of dominant indicators in the financial analysis system of the enterprise. In the course of the study, a comprehensive analysis of the financial condition of the three largest grain processing enterprises in various regions of the Volga Federal District was carried out. The dominant indicators that most accurately reflect the impact on the profit are identified. The conclusion is made about the specific dominant indicators that determine the final financial result of enterprises, and about the varying degree of influence of individual economic parameters on the level of profit.

Key words: financial analysis, markers, indicators, financial results

For citation: Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Ulybina L.V., Ivanov E.A., Semenov A.A., Stepanov A.V. The concept of dominant indicators in a comprehensive system for assessing the financial condition of an enterprise. Agrarian science. 2022; 364 (11): 181–185. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-181-185> (In Russian).

© Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Ulybina L.V., Ivanov E.A., Semenov A.A., Stepanov A.V.

Введение / Introduction

Финансовое состояние предприятия является комплексной интегральной характеристикой, зависящей от множества параметров и причин. Финансовый анализ включает исследование нескольких групп параметров и коэффициентов, их изменение во временном и структурном аспекте. Важны как динамические изменения, так и пропорциональные соотношения, а также связи одних экономических параметров с другими. При этом особое значение имеют факторные зависимости, то есть выявленные причинно-следственные связи. Всегда важно уметь определять, от чего зависит конечный результат, для того чтобы иметь возможность воздействовать на процессы его формирования.

Концепция доминирующих индикаторов состоит в том, что в большой совокупности показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия, отдельные показатели имеют большую взаимообуславливающую связь и приобретают, таким образом, взаимную индикативную функцию.

В экономической литературе можно встретить высказывания современных экономистов, в частности Л.М. Корниловой [1], Ендовицкого Д.А., Любушкина Н.П., Бабицкой Н.Е., Купришиной О.М. [2], о том, что современные проблемы, возникающие при финансовом управлении и анализе, отличаются большой подвижностью, изменчивостью и требуют нестандартных и инновационных подходов к их решению; одним из таких подходов является концепция выделения доминирующих индикаторов.

Предметом исследования является влияние отдельных экономических и финансовых параметров на конечный финансовый результат и выявление показателей, наиболее точно отражающих эту связь.

Объектами применения данного аналитического подхода выступили сопоставимые по составу и размеру имущественного комплекса, объемам выпускаемой продукции и величине прибыли ведущие сельскохозяйственные предприятия Приволжского федерального округа: АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» (Республика Татарстан), АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл) и АО «Чувашхлебопродукт» (Республика Чувашия).

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Исследование построено на принципах комплексного подхода с применением методов статистического анализа экономических параметров. В основе экономических выводов лежат методы расчета финансовых коэффициентов и факторный анализ, применялся индуктивный и дедуктивный способ формирования расчетных баз

данных. Информационной базой выступила бухгалтерская (финансовая) отчетность исследуемых предприятий.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Эффективное управление предприятием в современных условиях является новым вызовом, поскольку в последние годы внешняя экономическая и политическая среда претерпела глобальные изменения. По мнению отечественных экономистов, таких как А.А. Валерианов [3], Н.В. Алексеева [4], Н.Л. Данилова [5–6], основной задачей финансового управления является обновление и дополнение системы финансового анализа такими инструментами, которые позволят более конкретно и более точно оценивать сложившиеся обстоятельства без излишних трудозатрат на развернутые и неоднозначные исследования.

Н.Н. Семенова, А.А. Семенов [7] предлагают использовать новый подход к построению управленческих решений, обеспечивающий экологичное достижение целей развития, предполагающее продвижение вперед без потенциального вреда экономической системе.

Таблица 1. Качественная оценка экономических показателей предприятий *
Table 1. Qualitative assessment of economic indicators of enterprises

Предмет анализа	Качественная оценка основных показателей финансового анализа		
	АО «Чувашхлебопродукт» (Чувашская Республика)	АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл)	АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» (Республика Татарстан)
Активы	Структура несбалансированная, динамика удовлетворительная	Структура и динамика удовлетворительные	Структура несбалансированная, динамика отрицательная
Пассивы	Структура и динамика удовлетворительные	Структура сбалансированная, динамика разнонаправленная	Структура сбалансированная, динамика положительная
Рентабельность	Показатели удовлетворительные, динамика положительная	Показатели высокие, динамика положительная	Показатели высокие, динамика отрицательная
Оборачиваемость	Показатели удовлетворительные, динамика отрицательная	Показатели удовлетворительные, динамика разнонаправленная	Показатели удовлетворительные, динамика разнонаправленная
Ликвидность	Показатели низкие, динамика разнонаправленная	Показатели удовлетворительные, динамика отрицательная	Показатели удовлетворительные, динамика разнонаправленная
Финансовая устойчивость	Показатели высокие, динамика положительная	Показатели удовлетворительные, динамика разнонаправленная	Показатели высокие, динамика положительная
Риск финансовой несостоятельности (банкротства)	Риск невысокий	Риск невысокий	Риск невысокий
Финансовые результаты	Показатели удовлетворительные, динамика положительная	Показатели высокие, динамика положительная	Показатели высокие, динамика отрицательная
Рассчитано на основе официальных данных финансовой отчетности предприятий, размещенных на государственном информационном ресурсе Федеральной налоговой службы — https://bo.nalog.ru/ . Количественная оценка данных параметров приведена в публикации [11].			

Таблица 2. Корреляция экономических показателей предприятий с финансовым результатом их деятельности

Table 2. Correlation of economic indicators of enterprises with the financial result of their activities

Наличие корреляции показателей	АО «Чувашхлебпродукт» (Чувашская Республика)	АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл)	АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» (Республика Татарстан)
Показатели, с которыми финансовые результаты коррелируют	Финансовая устойчивость Рентабельность Риск банкротства Структура пассивов	Рентабельность Риск банкротства Структура активов	Рентабельность Риск банкротства Структура активов
Показатели, с которыми финансовые результаты не коррелируют	Ликвидность Оборачиваемость Структура активов	Ликвидность Структура активов Финансовая устойчивость	Финансовая устойчивость Оборачиваемость Структура пассивов

Официальный источник данных для расчетов — Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности — <https://bo.nalog.ru/>

Таблица 3. Анализ наличия связи экономических показателей с финансовым результатом

Table 3. Analysis of the relationship between economic indicators and financial results

Показатели	Количество выявленных эпизодов наличия связи с финансовым результатом	Количество выявленных эпизодов отсутствия связи с финансовым результатом	Оценка степени влияния
Активы	2	2	Нейтральная
Пассивы	1	1	Нейтральная
Рентабельность	3	0	Высокая
Оборачиваемость	0	2	Низкая
Ликвидность	0	2	Низкая
Финансовая устойчивость	1	2	Низкая
Риск финансовой несостоятельности (банкротства)	3	0	Высокая

Официальный источник данных для расчетов — Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности — <https://bo.nalog.ru/>

Нами выдвинута гипотеза о том, что не все финансовые индикаторы в равной степени отражают способность предприятия генерировать прибыль. Так, например, ликвидность отражает способность того или иного актива быть переведенным в денежную форму без существенной потери в стоимости. Большая доля высоколиквидных активов будет отражать высокую платежеспособность субъекта экономики, низкие показатели ликвидности могут сделать предприятие менее привлекательным для контрагентов и для кредитных организаций. Однако, возможно, это не помешает ему получать высокие финансовые результаты.

Аналогично и с финансовой устойчивостью: этот параметр отражает зависимость от заемных ресурсов, показывает, в какой доле предприятие использует собственные и в какой — заемные средства. Высокая за кредитованность увеличивает риски, снижает доходы необходимостью оплаты заемных средств. Однако если рентабельность активов будет выше ставки процентов по кредитам, то целесообразность использования займов будет очевидна. В этом случае предприятие, имея низкие показатели финансовой устойчивости, будет способно генерировать более высокие уровни прибыли. В финансовом менеджменте эффективность данного

инструмента позволяет рассчитать методика определения эффекта финансового рычага.

В таком случае выявление индикаторов, имеющих выраженную связь с финансовыми результатами, и показателей, такой связи не имеющих, является полезным инструментом в системе финансового анализа.

По методикам отечественных экономистов И.М. Долговой, Н.Р. Александровой, С.Ю. Петряковой [8], Е.В. Марковой [9] и зарубежных авторов Fernández-i-Marín X., Jordana J. [10] был проведен анализ финансового состояния выбранных предприятий и факторов, повлиявших на финансовые результаты их деятельности. Сводная информация и выводы представлены в табл. 1.

Следующим шагом было определение наличия или отсутствия связи с финансовым результатом (рассматривалась как прямая, так и обратная связь); результаты представлены в табл. 2.

Структура и динамика активов имела два эпизода наличия связи с финансовыми результатами и два эпизода ее отсутствия. Отнесем этот параметр к нейтральным. Структура и динамика пассивов имела по одному эпизоду в обеих противоположных категориях, также отнесем параметр к нейтральным. Рентабельность во всех случаях точно отражала связь с финансовым результатом, что подтверждается логикой ее расчета; относим рентабельность к доминирующим индикаторам с сильной связью с финансовым результатом. Оборачиваемость, ликвидность и финансовая устойчивость дважды показывали отсутствие связи с уровнем прибыли, финансовая устойчивость один раз совпадала с конечным финансовым результатом. Относим эти параметры к категории индикаторов со слабо выраженной связью с финансовым результатом. Риск финансовой несостоятельности (банкротства), рассчитанный по модели ИГЭА, продемонстрировал высокую связь с уровнем получаемой прибыли и вследствие этого относится к категории доминирующих индикаторов. Результаты анализа отражены в табл. 3.

Отметим также, что, с одной стороны, ликвидность обеспечивает платежеспособность предприятия, но, с другой стороны, такие ученые и практики, как Е.А. Иванов, А.Е. Макушев, Л.М. Корнилова [12], высказывают мнение, что этот параметр имеет относительное значение.

Выводы / Conclusion

При оценке результатов проведенного аналитического исследования была выявлена выраженная связь с финансовыми результатами деятельности предприятия таких показателей, как рентабельность и вероятность риска финансовой несостоятельности (банкротства), следовательно, их можно отнести к доминирующим ин-

дикаторам в системе анализа финансового состояния предприятия. Показатели оценки структуры активов и капитала следует отнести к нейтральным индикаторам, так как они продемонстрировали как наличие, так и отсутствие связи с финансовыми результатами. Коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости и оборачиваемости отнесены к категории индикаторов, слабо связанных с уровнем получаемой прибыли. На

практике это означает, что при ориентировании предприятия на получение прибыли в отдельных случаях оно может пренебречь низкими показателями ликвидности, оборачиваемости и зависимостью от заемных средств и получить при этом высокие уровни прибыли. Полученные результаты подтверждают гипотезу о разной степени связи отдельных финансовых показателей с конечным финансовым результатом.

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. Корнилова Л. М., Иванов Е. А., Иванов П. А. Стимулирование инновационной активности сельскохозяйственных организаций основа цифровизации АПК. *Инновационное развитие экономики*. 2018; 5 (47): 52-58
2. Ендовичкий Д. А., Любушин Н. П., Бабичева Н. Э., Купрюшина О. М. От оценки финансового состояния организаций к интегрированной методике анализа устойчивого развития. *Экономический анализ: теория и практика*. 2016; 12: 12-21
3. Валерианов А. А., Алексеева Н. В., Медведева Т. А., Семенов А. А. О мерах государственной поддержки и регулирования АПК. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 4 (64): 75-81. DOI 10.12737/2073-0462-2022-75-81
4. Алексеева Н. В., Медведева Т. А., Семенов А. А., Валерианов А. А. Практика реализации и направления развития современных форм и технологий банковского обслуживания. *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2021; 3-1: 168-178. DOI 10.34670/AR.2021.77.84.017
5. Данилова Н. Л. Современные тенденции развития методики анализа финансового состояния организации. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус». 2021. 136 с.
6. Данилова Н. Л. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности организации и методика их анализа. Монография. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2018. 140 с.
7. Семенова Н. Н., Семенов А. А. Проблемы управления обязательствами коммерческих организаций в современных экономических реалиях. *Материалы Международной научно-практической конференции «Совершенствование экономического механизма эффективного управления в хозяйствующих субъектах сельскохозяйственной направленности на региональном уровне»*. г. Чебоксары, 2017: 179-186
8. Долгова И. М., Александрова С. Ю., Петрякова Н. Р. Оценка конкурентоспособности сельскохозяйственных организаций. *Аграрная наука*. 2018; 7-8: 130-132
9. Маркова, Е. В. Анализ финансовых показателей деятельности аграрного предприятия. *Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д. т. н., профессора Волкова И. Е.*, Казань, 04 июня 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021: 293-297
10. Fernández-i-Marín X., Jordana J. The emergence of regulatory regionalism: transnational networks and the diffusion of regulatory agencies within regions. *Contemporary Politics*. 2015; 4: 417-434
11. Медведева Т. А., Алексеева Н. В., Данилова Н. Л., Семенов А. А. Аналитический инструментарий в системе управления финансами предприятий агропромышленного комплекса. *Региональная экономика: теория и практика*. 2022; 6 (501): 1099-1117. DOI 10.24891/re.20.6.1099
12. Иванов Е. А., Макушев А. Е., Корнилова Л. М. Управленческие учетные системы и цифровизация экономики субъектов аграрной направленности. *Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года*. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. 2019: 244-247

REFERENCES

1. Kornilova, L. M., Ivanov E. A., Ivanov P. A. Stimulation of innovative activity of agricultural organizations the basis of digitalization of the agro-industrial complex. *Innovacionnoe razvitie ekonomiki*. 2018; 5 (47): 52-58 (In Russian)
2. Endovickij D. A., Lyubushin N. P., Babicheva N. E., Kupryushina O. M. From assessing the financial condition of an organization to an integrated methodology for the analysis of sustainable development. *Ekonomiceskij analiz: teoriya i praktika*. 2016; 12: 12-21 (In Russian)
3. Valerianov A. A., Alekseeva N. V., Medvedeva T. A., Semenov A. A. On measures of state support and regulation of the agro-industrial complex. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 4 (64): 75-81. DOI 10.12737/2073-0462-2022-75-81. (In Russian)
4. Alekseeva N. V., Medvedeva T. A., Semenov A. A., Valerianov A. A. Practice of implementation and directions of development of modern forms and technologies of banking services. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. 2021; 3-1: 168-178. DOI 10.34670/AR.2021.77.84.017 (In Russian)
5. Danilova N. L. Modern trends in the development of methods for analyzing the financial condition of an organization. Moscow: Izdatel'stvo KnoRus. 2021. 136 p. (In Russian)
6. Danilova N. L. The main indicators of financial and economic activity of the organization and the methodology of their analysis: a monograph. Moscow: Izdatel'stvo KnoRus. 2021. 140 p. (In Russian)
7. Semenova N. N., Semenov A. A. Problems of management obligations of commercial organizations in today's economic realities. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovershenstvovanie ekonomicheskogo mekhanizma effektivnogo upravleniya v khozyaistvuyushchikh sub'ektakh sel'skhozyaistvennoi napravlenosti na regional'nom urovne»*. Cheboksary, 2017: 179-186. (In Russian)
8. Dolgova I. M., Aleksandrova N. R., Petryakova S. YU. Assessment of the competitiveness of agricultural organizations *Agrarnaya nauka*. 2018; 7-8: 130-132. (In Russian)
9. Markova E. V. Analysis of financial indicators of agricultural enterprise activity. *Agrarnaya nauka XXI veka. Aktual'nye issledovaniya i perspektivy: trudy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kazan: Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2021: 293-297. (In Russian)
10. Fernández-i-Marín X., Jordana J. The emergence of regulatory regionalism: transnational networks and the diffusion of regulatory agencies within regions. *Contemporary Politics*. 2015; 4: 417-434
11. Medvedeva T. A., Alekseeva N. V., Danilova N. L., Semenov A. A. Analytical tools in the financial management system of agro-industrial enterprises. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. 2022; 6 (501): 1099-1117. DOI 10.24891/re.20.6.1099. (In Russian)
12. Ivanov E. A., Makushev A. E., Kornilova L. M. Managerial accounting systems and digitalization of the economy of agrarian subjects. *Modern agrarian economy: problems and prospects in the context of the development of digital technologies: materials of the All-Russian Scientific and practical Conference*. Cheboksary: Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skhozyaistvennaya akademiya. 2019: 244-247. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Александровна Медведева, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: mta7788@yandex.ru
spin-код Science Index: 8583-7756
ORCID ID: 0000-0002-2051-6202

Наталья Викторовна Алексеева, кандидат экономических наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ferkel93@mail.ru
spin-код Science Index: 5799-0113
ORCID ID: 0000-0003-3756-382X

Лариса Витальевна Улыбина, кандидат экономических наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: 13.larisa@mail.ru
spin-код Science Index: 9318-9383
ORCID ID: 0000-0001-6688-4433

Евгений Алексеевич Иванов, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ivanoveacoop@gmail.com
spin-код Science Index: 4563-4810
ORCID ID: 0000-0002-4818-2646

Артур Анатольевич Семенов, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
spin-код Science Index: 4905-9650
ORCID ID: 0000-0003-3423-8423

Антон Викторович Степанов, кандидат физико-математических наук, доцент, Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: for.anton_step@mail.ru
spin-код Science Index: 3884-3897
ORCID ID: 0000-0003-4306-1199

ABOUT THE AUTHORS:

Tat'jana Aleksandrovna Medvedeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: mta7788@yandex.ru
Science Index: 8583-7756
ORCID ID: 0000-0002-2051-6202

Natal'ja Viktorovna Alekseeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ferkel93@mail.ru
Science Index: 5799-0113
ORCID ID: 0000-0003-3756-382X

Larisa Vital'evna Ulybina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: 13.larisa@mail.ru
Science Index: 9318-9383
ORCID ID: 0000-0001-6688-4433

Evgenij Alekseevich Ivanov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ivanoveacoop@gmail.com
Science Index: 4563-4810
ORCID ID: 0000-0002-4818-2646

Artur Anatol'evich Semenov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
Science Index: 4905-9650
ORCID ID: 0000-0003-3423-8423

Anton Viktorovich Stepanov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: for.anton_step@mail.ru
Science Index: 3884-3897
ORCID ID: 0000-0003-4306-1199

А.А. Семенов¹, ✉
Т.А. Медведева¹,
Н.В. Алексеева¹,
А.А. Семёнов²

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации, Чебоксары, Российская Федерация

✉ semyonov-artur@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
26.10.2022

Artur A. Semenov¹, ✉
Tatjana A. Medvedeva¹,
Natalja V. Alekseeva¹,
Anatoly A. Semenov²

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Cheboksary Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation, Cheboksary, Russian Federation

✉ semyonov-artur@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
26.10.2022

Проблемные вопросы налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Особую актуальность имеет рассмотрение проблемных аспектов применения системы специальных налоговых режимов деятельности субъектов малого предпринимательства; статья акцентирует внимание на системе налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Методы. В процессе исследования актуальных вопросов налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей были использованы труды известных российских и зарубежных ученых-экономистов в области налогообложения, экономической и финансовой безопасности, бухгалтерского учета и отчетности, экономического анализа.

Результаты. Полученные расчеты проведенной сравнительной оценки применения ЕСХН и упрощенной системы налогообложения исследуемого хозяйствующего субъекта ООО КФХ «Кызыл Сабанча» позволяют говорить о правильности высказанной нами гипотезы о возврате к применению ЕСХН. Причем данные за прошедший отчетный 2021 г. свидетельствуют о явном снижении суммы уплачиваемых налоговых платежей в бюджет с текущей отметки в 825,84 тыс. руб. до уровня 786 тыс. руб. — минус 39,84 тыс. руб. в абсолютном выражении. Ключевой фактор — платеж по ЕСХН в сумме 68,46 тыс. руб. на 39,84 тыс. руб. меньше платежа по УСН. В этой связи мы рекомендуем руководству предприятия перейти на систему налогообложения ЕСХН.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, налогообложение, ЕСХН, УСН, налоговое администрирование, налоговая нагрузка

Для цитирования: Семенов А.А., Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Семёнов А.А. Проблемные вопросы налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 186–193. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-186-193>

© Семенов А.А., Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Семёнов А.А.

Problematic issues of taxation of agricultural producers

ABSTRACT

Relevance. Of particular relevance is the consideration of problematic aspects of the application of the system of special tax regimes for the activities of small businesses; this article on the taxation system for agricultural producers.

Methods. In the process of studying topical issues of taxation of agricultural producers, the works of famous Russian and foreign scientists-economists in the field of taxation, economic and financial security, accounting and reporting, economic analysis were used.

Results. The obtained calculations of the comparative assessment of the application of the single agricultural tax (SAT) and the simplified system of taxation (SST) of the studied economic entity ООО КФХ "Kyzyl Sabancha" allow us to speak about the correctness of our hypothesis about the return to the application of the SAT. Moreover, the data for the past reporting year 2021 indicate a clear decrease in the amount of tax payments made to the budget from the current level of 825.84 thousand rubles to the level of 786 thousand rubles — minus 39.84 thousand rubles in absolute terms. The key factor is that the payment under the SAT in the amount of 68.46 thousand rubles is by 39.84 thousand rubles less than payment under the SST. In this regard, we recommend the management of the enterprise to switch to the SAT taxation system.

Key words: agro-industrial complex, taxation, SAT, SST, tax administration, tax burden

For citation: Semenov A.A., Medvedeva T. A., Alekseeva N.V., Semenov A.A. Problematic issues of taxation of agricultural producers. Agrarian science. 2022; 364 (11): 186–193. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-186-193> (In Russian).

© Semenov A.A., Medvedeva T. A., Alekseeva N.V., Semenov A.A.

Введение / Introduction

Современной важнейшей задачей налоговой политики государства является обеспечение определенности и стабильности налоговой системы, позволяющей активно развиваться в стране всем видам и формам бизнеса, особенно субъектам малого предпринимательства. Данные организации представлены практически во всех отраслях экономики нашей страны: сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство, обрабатывающее производство, строительство, оптовая и розничная торговля, транспорт и связь.

Справедливо отмечено, что субъекты малого бизнеса чрезвычайно необходимы экономике нашего государства. Так, по мнению Т.А. Медведевой, Н.В. Алексеевой, Н.Л. Даниловой, А.А. Семенова [1], их деятельность обеспечивает продовольственную безопасность страны, предоставляет новые рабочие места, она носит инновационный характер, максимально ориентирована на удовлетворение запросов потребителей и способна реагировать на изменяющиеся условия рынка. Однако в то же время именно данная категория организаций испытывает ряд трудностей. К примеру, они не могут развивать свою материально-техническую базу, повышать рентабельность своей деятельности. И в качестве одной из причин, по мнению А.А. Валерианова, Н.В. Алексеевой, Т.А. Медведевой, А.А. Семенова [2], выступает объективно завышенная налоговая нагрузка на данную категорию экономических субъектов.

В России для целей стимулирования предпринимательской деятельности были созданы специальные налоговые режимы — виды систем налогообложения, позволяющие субъектам малого предпринимательства оптимизировать налоговую нагрузку, заменяя выплаты по нескольким налогам одним платежом по так называемому единому налогу. Министерство финансов Российской Федерации ставит задачи по обеспечению определенности и стабильности налоговой системы, устранению структурных дисбалансов и барьеров для дальнейшего развития, которые сводятся к выработке соответствующих своевременных и эффективных решений.

В этой связи особенно актуально рассмотрение проблемных аспектов применения системы специальных налоговых режимов в деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектом исследования выступило Общество с ограниченной ответственностью «Крестьянское (фермерское) хозяйство «Кызыл Сабанча» (далее — ООО К(Ф)Х «Кызыл Сабанча», Общество); основными видами деятельности рассматриваемого экономического субъекта являются:

- выращивание зерновых культур;
- выращивание однолетних культур;
- выращивание зернобобовых культур;
- выращивание столовых корнеплодных и клубнеплодных культур с высоким содержанием крахмала или инулина;
- выращивание прочих однолетних культур;
- выращивание многолетних культур;
- выращивание прочих многолетних культур;
- животноводство.

Предметом исследования выступает система отношений между государственными уполномоченными органами исполнительной власти и плательщиками по

вопросам исчисления и уплаты платежей в бюджет организациями, применяющими систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В процессе исследования актуальных вопросов налогообложения сельскохозяйственных товаропроизводителей были использованы труды известных российских и зарубежных ученых-экономистов в области налогообложения, экономической и финансовой безопасности, бухгалтерского учета и отчетности, экономического анализа. В частности заслуживают особого внимания точки зрения ученых О.Н. Gorodnova, V.Yu. Turanin, A.A. Semenov, M.B. Rumyantsev, Yu.V. Boltchenkova [3], L.P. Fedorova, T.Y. Serebryakova, A.A. Semenov, A.V. Nikolaeva, T.V. Stolyarova [4], V.I. Elagin, J.V. Pavlova, E.Y. Levanova, I.V. Grigorieva, A.A. Semenov [5].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Условия для развития малого и среднего предпринимательства в России стали создаваться немногим более двух десятилетий назад. В основном такие хозяйствующие субъекты занимают ниши в сферах торговли, предоставления услуг населению, в обрабатывающей промышленности, строительстве и сельском хозяйстве. В целях реализации государственной политики в области развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации могут предусматриваться следующие меры [6]:

- 1) специальные налоговые режимы, упрощенные правила ведения налогового учета, упрощенные формы налоговых деклараций по отдельным налогам и сборам для малых предприятий;
- 2) упрощенные способы ведения бухгалтерского учета, включая упрощенную бухгалтерскую (финансовую) отчетность и упрощенный порядок ведения кассовых операций для малых предприятий;
- 3) упрощенный порядок составления субъектами малого и среднего предпринимательства статистической отчетности;
- 4) льготный порядок расчетов за приватизированное субъектами малого и среднего предпринимательства государственное и муниципальное имущество;
- 5) особые условия участия субъектов малого предпринимательства в качестве поставщиков (исполнителей, подрядчиков) в осуществлении закупок товаров, работ, услуг для государственных и муниципальных нужд;
- 6) меры по обеспечению прав и законных интересов субъектов малого и среднего предпринимательства при осуществлении государственного контроля (надзора);
- 7) меры по обеспечению финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 8) меры по развитию инфраструктуры поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства;
- 9) иные направленные на обеспечение реализации целей и принципов настоящего Федерального закона меры.

Особое место в мероприятиях по стимулированию предпринимательской активности занимают налоговые методы, сущность которых заключается в снижении налогового бремени предприятий микро-, малого и среднего бизнеса. Наряду с освобождением от уплаты тех или иных налогов, установлением налоговых льгот, пониженных ставок обложения, предметом особого рассмотрения являются специальные налоговые режи-

мы, ибо их создание и функционирование уже на протяжении более двадцати лет нацелено на создание более благоприятных экономических и финансовых условий функционирования организаций, относящихся к сфере малого и среднего предпринимательства.

Следует отметить, что определение категории «специальные налоговые режимы» в НК РФ отсутствует. В пункте 7 статьи 12 НК РФ отмечается лишь тот факт, что специальные налоговые режимы входят в систему налогов и сборов Российской Федерации и предусматривают «...освобождение от обязанности по уплате отдельных федеральных, региональных и местных налогов и сборов» [7].

Однако ряд авторов, в том числе Г.Я. Чухнина и М.В. Карп, считают, что действующая трактовка специальных налоговых режимов не в полной мере отражает их отличительные черты, и предлагают свои определения специальных режимов.

Г.Я. Чухнина определяет специальный налоговый режим как особо специфически построенную систему налогов и налогообложения для ограниченных категорий налогоплательщиков, видов деятельности и отраслей, основанную на едином налоге в той или иной его форме и ограниченном количестве сопутствующих налоговых платежей для упрощения налогообложения, более полной реализации его принципов и достижения на этой основе наибольшего фискального и регулирующего эффекта [8].

По определению В.И. Карпа, специальный налоговый режим — это законодательно установленный льготный порядок применения налогового механизма в целях реализации задач налоговой политики.

На сегодняшний день в Российской Федерации действуют следующие специальные налоговые режимы. Они указаны в пункте 2 статьи 18 НК РФ [7]:

1) система налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (единый сельскохозяйственный налог) (далее — ЕСХН);

2) упрощенная система налогообложения (далее — УСН);

3) система налогообложения при выполнении соглашений о разделе продукции;

4) патентная система налогообложения (далее — ПСН).

Изучив практику применения специальных налоговых режимов, можно сделать вывод, что основной целью системы налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей является повышение эффективности сельскохозяйственного производства путем снижения налоговой нагрузки на сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В этой связи проведем анализ налогообложения на примере рассматриваемой организации — ООО КФХ «Кызыл Сабанча». В целях более полного анализа необходимо оценить динамику налоговых платежей организации, представленную в табл. 1. Предметом анализа динамики налоговых платежей, по мнению Н.Л. Даниловой [8], И.М. Долговой, С.Ю. Александровой, Н.Р. Петря-

ковой [9], являются элементы, определяющие размер налоговой базы рассматриваемых налогов: динамика объемов производства и реализации продукции, фонд заработной платы, имущество, прибыль и другие факторы.

Однако если брать весь промежуток времени 2019–2021 гг., то мы видим, что в отрезок 2019–2020 гг. общая величина платежей в бюджет снижается. Причем величина такого снижения составляет минус 165,43 тыс. руб. в абсолютном выражении по сравнению с 2019 г.

Возвращаясь к отчетному году, отметим, что ключевым фактором роста платежей в бюджет по налогам и страховым взносам является уплата платежа по единому налогу, связанная с применением УСН. Причем величина прироста в 2021 г. составила плюс 108,30 тыс. руб. в абсолютном выражении. Нельзя не отметить и того факта, что в отчетном году выросли платежи в бюджет, связанные в частности с исполнением обязанностей налогового агента по НДФЛ, что в конечном итоге оказало влияние на увеличение налоговых платежей. В 2021 г. по сравнению с 2020 г. сумма таких платежей увеличилась на 18,28%, или на 31,75 тыс. руб. в абсолютном размере. Однако в отрезок времени 2019–2020 гг. наблюдалась обратная ситуация — минус 38,66 тыс. руб. в абсолютном выражении, что представлено на рис. 1.

Вполне логично ожидать, что рост платежей в бюджет, связанных в частности с исполнением обязанностей налогового агента по НДФЛ, опосредует рост платежей по страховым взносам. На графике видно, что в отчетном году по сравнению с аналогичным периодом платежи по страховым взносам возросли с отметки в 2020 г. в 173,72 тыс. руб. до значения в 205,47 тыс. руб. в 2021 г. — плюс 51,81 тыс. руб. в абсолютном выражении. При этом в 2019–2020 гг. отмечено снижение на 139,24 тыс. руб. в абсолютном выражении платежей по страховым взносам во внебюджетные фонды.

Демонстрируют умеренный рост и платежи по транспортному налогу в отчетном 2021 г. За весь период наблюдения 2019–2021 гг. величина транспортного налога демонстрирует умеренные темпы роста. Так, в 2021 г. по

Таблица 1. Динамика налоговых платежей в бюджет ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг., тыс. руб.

Table 1. Dynamics of tax payments to the budget of ООО KFH "Kyzyl Sabancha" for 2019–2021, thousand rubles

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Отклонение (+, -)		Темп изменения, %	
				2020 от 2019	2021 от 2020	2020 к 2019	2021 к 2020
Налог на доходы физических лиц	212,38	173,72	205,47	-38,66	+31,75	81,80	118,28
Земельный налог	18,02	18,02	-	-	-18,02	100,0	-
Транспортный налог	24,66	25,67	27,61	+1,01	+1,94	104,10	107,56
ЕСХН	18,06	29,52	-	+11,46	-29,52	163,46	-
ЕНВД	35,74	35,74	-	-	-35,74	100,0	-
УСН	-	-	108,30	-	+108,3	-	-
Страховые взносы	571,89	432,65	484,46	-139,24	+51,81	75,65	111,98
Всего налогов и страховых взносов	880,75	715,32	825,84	-165,43	+110,52	81,22	115,45

Источник данных: финансовая отчетность предприятий, размещенная на государственном информационном ресурсе Федеральной налоговой службы — <https://bo.nalog.ru/>

сравнению с 2019 г. платежи по данному налогу возросли на 2,95 тыс. руб. в абсолютном размере.

Нельзя не отметить и того факта, что в 2021 г. отсутствуют платежи по ЕСХН, ЕНВД и земельному налогу, о чем говорят отрицательные показатели прироста, представленные в табл. 1.

Таковы были результаты налоговых платежей в бюджет и взносов в государственные внебюджетные фонды за рассматриваемый период в абсолютных значениях. Данные об участии каждого платежа в общей структуре платежей в бюджет и внебюджетные фонды представим в таблице следующей формы (табл. 2).

Проведенный анализ удельных позиций уплачиваемых платежей по налогам и страховым взносам рассматриваемого хозяйствующего субъекта — ООО КФХ «Кызыл Сабанча» — позволяет выделить следующие аспекты.

За весь наблюдаемый период 2019–2021 гг. доминирующие удельные позиции занимают уплачиваемые страховые взносы, что, помимо табл. 2, демонстрирует рис. 2.

Однако начиная с 2019 г. и вплоть до 2021 г. страховые взносы утрачивают свои позиции. Так, в 2021 г. по сравнению с 2019 г. удельная доля страховых взносов сократилась на 6,27 п. п.

В то же самое время платежи, связанные с исполнением обязанностей налогового агента по НДФЛ, в удельном значении демонстрируют, наоборот, исключительно положительную динамику. Если в 2019 г. удельная величина платежей по НДФЛ составляла 24,11%, то в 2021 г. — 24,88%, рост составил 0,77 п. п.

В 2021 г., в связи с появлением платежей по единому налогу УСН, на 13,11 п. п. возросла соответствующая удельная доля. Однако по остальным уплачиваемым налогам наблюдается уменьшения удельного присутствия, например по транспортному налогу — минус 0,25 п. п.

Таким образом, результаты проведенной оценки состава, структуры и динамики налоговых платежей изучаемого предприятия — ООО КФХ «Кызыл Сабанча» — позволяют говорить о значительном влиянии страховых взносов, платежей по НДФЛ, платежей по единому налогу УСН на общую совокупную величину соответствующих платежей.

Следующим этапом проведения анализа налогообложения является расчет величины налоговой нагрузки. Данный показатель является важным, так как служит индикатором экономического благополучия хозяйствующих субъектов. Об этом свидетельствуют точки зрения ученых Е.В. Balatsky, N.A. Ekimova [10], О.А. Мироновой [11], И.Е. Labunets, I.A. Mayburov [12], N.N. Makarova, Z.I. Ekaterina, F.F. Hanafeyev, A.V. Shvetsov, A.V. Kutuzov [13].

Рис. 1. Динамика уплаты налога на доходы физических лиц и страховых взносов ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг., тыс. руб.

Fig. 1. Dynamics of payment of personal income tax and insurance premiums of OOO KFH "Kyzyl Sabancha" for 2019–2021, thousand rubles

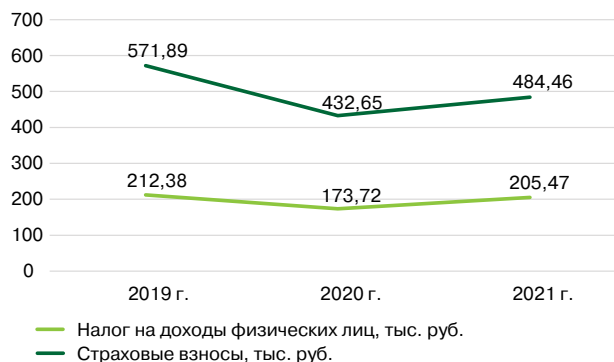


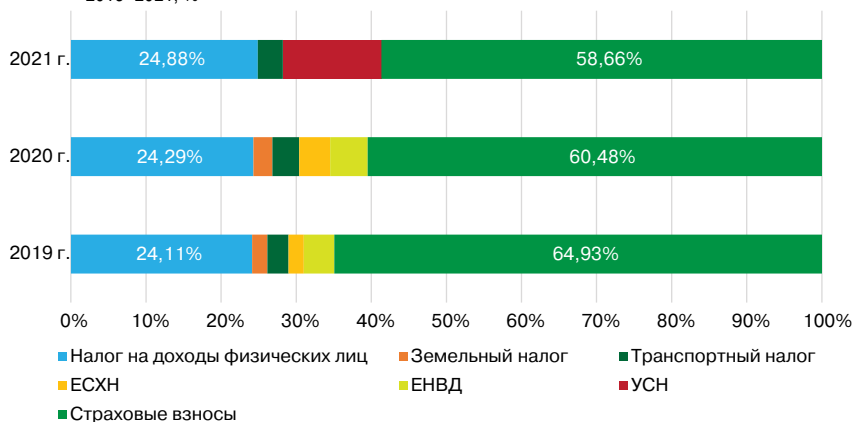
Таблица 2. Структура налоговых платежей ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг., %

Table 2. The structure of tax payments of OOO KFH "Kyzyl Sabancha" for 2019–2021, %

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Отклонение (+, –)	
				2020 от 2019	2021 от 2020
Налог на доходы физических лиц	24,11	24,29	24,88	+0,17	+0,59
Земельный налог	2,05	2,52	-	+0,47	-2,52
Транспортный налог	2,80	3,59	3,34	+0,79	-0,25
ЕСХН	2,05	4,13	-	+2,08	-4,13
ЕНВД	4,06	5,0	-	+0,94	-5,0
УСН	-	-	13,11	-	+13,11
Страховые взносы	64,93	60,48	58,66	-4,45	-1,82
Всего налогов и страховых взносов	100,0	100,0	100,0	-	-

Рис. 2. Удельная структура уплачиваемых налогов и страховых взносов ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг., %

Fig. 2. Specific structure of taxes paid and insurance premiums of OOO KFH "Kyzyl Sabancha" for 2019–2021, %



В этой связи рассчитаем и оценим величину налоговой нагрузки исследуемого экономического субъекта — ООО КФХ «Кызыл Сабанча». Для этого построим таблицу следующей формы (табл. 3).

Проведенная оценка налоговой нагрузки рассматриваемого предприятия позволяет, на наш взгляд, гово-

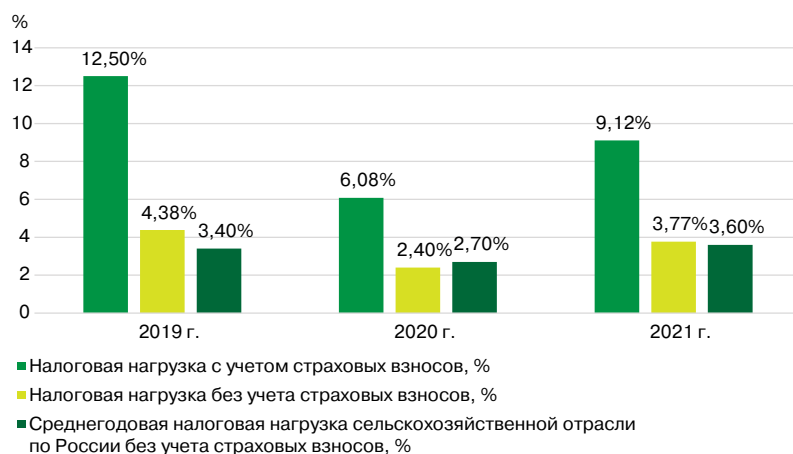
Таблица 3. Расчет налоговой нагрузки ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг.

Table 3. Calculation of the tax burden of ООО KFH «Kyzyl Sabancha» for 2019–2021

Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Отклонение (+, –)	
				2020 от 2019	2021 от 2020
Сумма налоговых платежей в бюджет, тыс. руб.	308,86	282,67	341,38	-26,19	+58,71
Сумма платежей во внебюджетные фонды, тыс. руб.	571,89	432,65	484,46	-139,24	+51,81
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	7046	11765	9060	+4719	-2705
Налоговая нагрузка с учетом страховых взносов, %	12,50	6,08	9,12	-6,42	+3,04
Налоговая нагрузка без учета страховых взносов, %	4,38	2,40	3,77	-1,98	+1,37
Среднегодовая налоговая нагрузка сельскохозяйственной отрасли по России без учета страховых взносов, %	3,4	2,7	3,6	-0,7	+0,9

Рис. 3. Динамика показателей налоговой нагрузки ООО КФХ «Кызыл Сабанча» за 2019–2021 гг., %

Fig. 3. Dynamics of indicators of the tax burden of ООО KFH «Kyzyl Sabancha» for 2019–2021, %



речь о следующем. За весь наблюдаемый промежуток времени 2019–2021 гг. у ООО КФХ «Кызыл Сабанча» наблюдается высокая налоговая нагрузка, о чем свидетельствуют показатели рассчитанной налоговой нагрузки и их сопоставление со среднегодовыми значениями налоговой нагрузки сельскохозяйственной отрасли по России.

В течение практически всего 2019–2021 гг. отмечено превышение рассчитанных показателей над индикатором среднегодового уровня по сельскохозяйственной отрасли.

Более наглядно такое сопоставление представлено на рис. 3.

На графике видно, что пик налоговой нагрузки с учетом страховых взносов приходился на период 2019 г., о чем свидетельствует значение соответствующего показателя в 12,50%. И здесь следует отметить, что именно в этот период исследуемый хозяйствующий субъект применял системы налогообложения ЕСХН и ЕНВД. Даже если не принимать в расчет страховые взносы, в 2019 г. наблюдается пик налоговой нагрузки без учета страховых взносов — 4,38%. Указанное значение превышает размер среднегодового показателя отрасли на 0,98 п. п.

В 2020 г. зафиксировано минимальное значение показателя налоговой нагрузки без учета страховых взносов — 2,40%, которое, в свою очередь, ниже среднегодового значения по отрасли на 0,3 п. п. Ключевые факторы — снижение налоговых платежей в бюджет в 2020 г. по сравнению с 2019 г. на 26,19 тыс. руб. и рост выручки на 4719 тыс. руб.

Отдельно следует выделить тот факт, что в 2020 г. по сравнению с 2019 г. сократился индикатор налоговой нагрузки с учетом страховых взносов на 6,42 п. п. Указанный факт во многом объясняется снижением платежей по страховым взносам на 139,24 тыс. руб. в абсолютном выражении.

В 2021 г. по сравнению с 2020 г. налоговая нагрузка без учета страховых взносов выросла на 3,04 п. п., причем значение данного показателя превышает среднегодовой уровень налоговой нагрузки по сельскохозяйственной отрасли на 5,52 п. п. Указанное превышение является максимальным за весь период 2019–2021 гг. Также здесь следует отметить, что рост налоговой нагрузки сопровождается снижением выручки, которая в 2021 г. по сравнению с 2020 г. сократилась на 2705 тыс. руб. в абсолютном выражении. А платежи по налогам и страховым взносам за указанный период времени увеличились на 58,71 тыс. руб. и 51,81 тыс. руб. соответственно.

Таким образом, расчет налоговой нагрузки позволяет говорить о весьма значительной ее величине, что для хозяйственной жизни предприятия является негативным обстоятельством.

Для любой хозяйственной деятельности важна эффективная оптимизация налогообложения: это помогает предпринимателю снизить выплаты в бюджет и сохранить больше денежных средств в организации.

Сама по себе налоговая оптимизация есть комплекс методов и подходов для эффективного планирования (минимизации) налогов, перечисляемых в бюджет. Правильная оптимизация налогов (осуществляемая законными методами), а также прогнозирование различных рисков помогают избежать больших убытков и сохранить стабильное положение предприятия на рынке. Обзор экспертных мнений Л.В. Евграфовой [14], Л.М. Корниловой, Е.А. Иванова, П.А. Иванова [15], Н.Л. Даниловой [16], Е.В. Марковой [17], на наш взгляд, позволяет выделить следующие способы минимизации налогов физических и юридических лиц:

— налоговое планирование — это целенаправленные законные действия налогоплательщика, направленные на уменьшение его расходов на уплату налогов. Такой способ включает правило: «Разрешено все, что не запрещено законом». В налоговом планировании следует соблюдать основные принципы: законность, эффективность, надежность, безвредность, минимизация затрат;

— уклонение от налогов — в этом случае для налогоплательщика предусмотрены суровые наказания. Поэтому лучше все-таки использовать легальные методы высвобождения от налогового бремени.

Рассмотрим данные способы оптимизации налогового бремени более подробно. Так, к легальным способам оптимизации налогов относят:

— выбор подходящей системы налогообложения — специальные налоговые режимы позволяют организациям выплачивать в бюджет небольшую часть своих доходов. В этой связи необходимо провести расчеты, сравнить выгодность разных налоговых режимов для конкретного предприятия и специфики его работы в конкретной отрасли;

— проверка добросовестности контрагентов — если контрагент окажется недобросовестным, то расходы по сделке с ним не будут приниматься налоговым органом и предприятию придется заплатить больше налогов. Необходимо использовать системы проверки контрагентов на благонадежность;

— разработка правильной учетной политики — в зависимости от специфики бизнеса учетная политика поможет законными методами уменьшить налоговую базу и платежи в бюджет;

— применение налоговых льгот — это законные возможности уменьшить налоги или не платить их совсем. Но льготы есть не у всех хозяйствующих субъектов. Льготы и послабления есть почти по всем налогам, кроме налога на игорный бизнес.

Справедливо отмечено, что, помимо легальных способов оптимизации налоговой нагрузки, хозяйствующие субъекты и индивидуальные предприниматели прибегают к так называемым разного рода схемам ухода от налогов. Негативный аспект применения данных методов заключается в том, что налоговые органы исследуют схемы уклонения от уплаты налогов и довольно быстро осуществляют мероприятия налогового контроля, в частности прибегают к проведению выездных проверок, а также камеральных проверок с обязательным предоставлением необходимых документов по осуществленным операциям, если существует риск, с точки зрения налогового органа, ухода от налогообложения.

Наиболее распространенными схемами ухода от налогообложения, по мнению Е.А. Иванова, А.Е. Макушева, Л.М. Корниловой [18] являются следующие:

— дробление бизнеса — это бизнес-процесс, в результате которого появляется несколько новых организаций вместо одной крупной. Так налогоплательщики пытаются сохранить право на спецрежимы, остаться в реестре МСП, одновременно работать с партнерами с НДС и без него. Однако если компания не имеет собственных источников дохода, не может самостоятельно выбирать направления расходов и свою прибыль передает в другую организацию, то штрафы гарантированы;

— обналичивание средств организации — иными словами, создание фирм-однодневок. Через такие организации недобросовестные предприниматели выводят деньги

по фиктивным сделкам, переводя безналичные деньги в наличные;

— присоединение к организации убыточной компании — в результате такого присоединения снижаются налоги (НДС, налог на прибыль). Однако налоговый сотрудник, конечно, заострит свое внимание на приобретении убыточной компании и проверит, является ли убыток действительным или же он фиктивный.

Рассмотрев указанные выше способы сокращения налоговой нагрузки, в частности сопровождающиеся проведением оптимизации налоговых платежей, считаем важным отметить следующие. В силу того, что рассматриваемое предприятие — ООО КФХ «Кызыл Сабанча» — является организацией с высоким уровнем налогового бремени, по нашему мнению, следует придерживаться законных способов его оптимизации.

Одним из ключевых направлений оптимизации налоговых платежей, влекущей, как следствие, сокращение налоговой нагрузки, является переход на систему ЕСХН. В процессе проведения исследования мы видели, что исследуемый хозяйствующий субъект применял данный режим на протяжении 2019 и 2020 гг. Однако начиная с 1 января 2021 г. ООО КФХ «Кызыл Сабанча» использует упрощенную налоговую систему, которая, как выяснилось при проведении аналитических процедур по оценке налоговых платежей и налоговой нагрузки, по нашему мнению, не способствовала эффективной оптимизации налогового бремени. В 2021 г. по сравнению с 2020 г. налоговая нагрузка без учета страховых взносов выросла на 3,04 п. п. Причем значение данного показателя превышает среднегодовой уровень налоговой нагрузки по сельскохозяйственной отрасли на 5,52 п. п. Указанное превышение является максимальным за весь период 2019–2021 гг.

Поэтому, по нашему мнению, считаем необходимым переход на систему ЕСХН. И для этого рассчитаем ключевые параметры определения налогового бремени с использованием действующей системы УСН и выбираемой ЕСХН. Полученные результаты представим в таблице следующей формы (табл. 4).

Полученные расчеты проведенной сравнительной оценки применения ЕСХН и упрощенной системы налогообложения исследуемого хозяйствующего субъекта ООО КФХ «Кызыл Сабанча» позволяют говорить о правильности высказанной нами гипотезы о возврате к применению ЕСХН. Причем данные табл. 4 за прошед-

Таблица 4. Сравнительная оценка применения ЕСХН и упрощенной системы налогообложения в ООО КФХ «Кызыл Сабанча» по данным бухгалтерского и налогового учета за 2021 г., тыс. руб.

Table 4. Comparative assessment of the application of the single agricultural tax and the simplified taxation system in ООО KFH «Kyzyl Sabancha» according to accounting and tax records for 2021, thousand rubles

Наименование показателей	При применении упрощенной системы налогообложения	При применении режима ЕСХН	Разница в суммах налогов
1. Налог на доходы физических лиц	205,47	205,47	-
2. Транспортный налог	27,61	27,61	-
3. ЕСХН	-	68,46	+68,46
4. УСН	108,30	-	-108,30
5. Страховые взносы	484,46	484,46	-
6. Всего налогов и страховых взносов	825,84	786	-39,84

ший отчетный 2021 г. свидетельствуют о явном снижении суммы уплачиваемых налоговых платежей в бюджет с текущей отметки в 825,84 тыс. руб. до уровня 786 тыс. руб. — минус 39,84 тыс. руб. в абсолютном выражении. Ключевой фактор — платеж по ЕСХН в сумме 68,46 тыс. руб. на 39,84 тыс. руб. меньше платежа по УСН. В этой связи мы рекомендуем руководству предприятия перейти на систему налогообложения ЕСХН.

Выводы / Conclusion

За весь наблюдаемый промежуток времени 2019–2021 гг. у ООО КФХ «Кызыл Сабанча» наблюдается высокая налоговая нагрузка, о чем свидетельствуют рассчитанные по методике Минфина России показатели налоговой нагрузки и их сопоставление со средними значениями налоговой нагрузки в сельскохозяйственной отрасли России. В течение практически всего промежутка 2019–2021 гг. отмечено превышение рассчитанных показателей над индикатором среднего уровня по сельскохозяйственной отрасли.

Сам по себе факт наличия чрезмерной налоговой нагрузки не самым лучшим образом сказывается на финансовом самочувствии организации, а именно говорит о том, что руководство экономического субъекта неэффективно реализует основные положения налоговой политики.

Полученные расчеты проведенной сравнительной оценки применения ЕСХН и упрощенной системы налогообложения исследуемого хозяйствующего субъекта ООО К(Ф)Х «Кызыл Сабанча» позволяют говорить о правильности высказанной нами гипотезы о возврате к применению ЕСХН. Причем данные за прошедший отчетный 2021 г. свидетельствуют о явном снижении суммы уплачиваемых налоговых платежей в бюджет с текущей отметки в 825,84 тыс. руб. до уровня 786 тыс. руб. — минус 39,84 тыс. руб. в абсолютном выражении. Ключевой фактор — платеж по ЕСХН в сумме 68,46 тыс. руб. на 39,84 тыс. руб. меньше платежа по УСН. В этой связи, мы рекомендуем руководству предприятия перейти на систему налогообложения ЕСХН.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Данилова Н.Л., Семенов А.А. Аналитический инструментарий в системе управления финансами предприятий агропромышленного комплекса. *Региональная экономика: теория и практика*. 2022; 6 (501): 1099–1117. DOI 10.24891/re.20.6.1099
2. Валерианов А.А., Алексеева Н.В., Медведева Т.А., Семенов А.А. О мерах государственной поддержки и регулирования АПК. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 4 (64): 75–81. DOI 10.12737/2073-0462-2022-75-81
3. Gorodnova O.N., Turanin V.Yu., Semenov A.A., Rumyantsev M.B., Boltchenkova Yu.V. Institutionalization of law-making principles as a way to transform scientific categories into the law-making solutions. *Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values*, 2019; 6 (S3): 37.
4. Fedorova L.P., Serebryakova T.Y., Semenov A.A., Nikolaeva A.V., Stolyarova T.V. The mechanism for ensuring economic security of consumer cooperation organizations. *Frontier Information Technology and Systems Research in Cooperative Economics. Cep. "Studies in Systems, Decision and Control"*. Heidelberg, 2021: 815–824.
5. Elagin V.I., Pavlova J.V., Levanova E.Y., Grigorieva I.V., Semenov A.A. Ensuring economic security of economic entities. *Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings*. Cham, 2022: 697–702.
6. Ендовицкий Д.А., Любушин Н.П., Бабичева Н.Э., Купрюшина О.М. От оценки финансового состояния организации к интегрированной методике анализа устойчивого развития. *Экономический анализ: теория и практика*. 2016; 12: 12–21
7. Данеева И.Т. ЕСХН и его значение в налоговых доходах региона. *Аспирант*. 2015; 7: 103–105
8. Данилова Н.Л. Современные тенденции развития методики анализа финансового состояния организации. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус». 2021. 136 с.
9. Долгова И. М., Александрова С. Ю., Петрякова Н. Р. Оценка конкурентоспособности сельскохозяйственных организаций. *Аграрная наука*. 2018; 7-8: 130–132
10. Balatsky E.V., Ekimova N.A. Evaluation of Russian Economic Sectors' Sensitivity to Tax Burden. *Journal of Tax Reform*. 2020; 6(2): 157–179. DOI: 10.15826/jtr.2020.6.2.080.
11. Миронова О.А. Налоговая безопасность: трансформационно-типологический анализ. Развитие и безопасность. 2019; 4: 105–114

REFERENCES

1. Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Danilova N. L., Semenov A.A. Analytical tools in the financial management system of agro-industrial enterprises. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. 2022; 6 (501): 1099–1117. DOI 10.24891/re.20.6.1099. (In Russian)
2. Valerianov A.A., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A., Semenov A.A. On measures of state support and regulation of the agro-industrial complex. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; 4 (64): 75–81. DOI 10.12737/2073-0462-2022-75-81. (In Russian)
3. Gorodnova O.N., Turanin V.Yu., Semenov A.A., Rumyantsev M.B., Boltchenkova Yu.V. Institutionalization of law-making principles as a way to transform scientific categories into the law-making solutions. *Contemporary Dilemmas: Education, Politics and Values*, 2019; 6 (S3): 37.
4. Fedorova L.P., Serebryakova T.Y., Semenov A.A., Nikolaeva A.V., Stolyarova T.V. The mechanism for ensuring economic security of consumer cooperation organizations. *Frontier Information Technology and Systems Research in Cooperative Economics. Cep. "Studies in Systems, Decision and Control"*. Heidelberg, 2021: 815–824.
5. Elagin V.I., Pavlova J.V., Levanova E.Y., Grigorieva I.V., Semenov A.A. Ensuring economic security of economic entities. *Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings*. Cham, 2022: 697–702.
6. Endovickij D.A., Lyubushin N.P., Babicheva N.E., Kupryushina O.M. From assessing the financial condition of an organization to an integrated methodology for the analysis of sustainable development. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika*. 2016; 12: 12–21 (In Russian)
7. Daneeva I.T. ESKHN i ego znachenie v nalogovykh dohodah regiona. *Aspirant*. 2015; 7: 103–105 (In Russian)
8. Danilova N.L. Modern trends in the development of methods for analyzing the financial condition of an organization. Moscow: *Izdatel'stvo KnoRus*. 2021. 136 p. (In Russian)
9. Dolgova I. M., Aleksandrova N. R., Petryakova S. YU. Assessment of the competitiveness of agricultural organizations *Agrarnaya nauka*. 2018; 7-8: 130–132. (In Russian)
10. Balatsky E.V., Ekimova N.A. Evaluation of Russian Economic Sectors' Sensitivity to Tax Burden. *Journal of Tax Reform*. 2020; 6(2): 157–179. DOI: 10.15826/jtr.2020.6.2.080.
11. Mironova O.A. Nalogovaya bezopasnost': transformacionno-tipologicheskij analiz. *Razvitie i bezopasnost'*. 2019; 4: 105–114. (In Russian)

12. Labunets Iu.E., Mayburov I.A. The Impact of the Size of Enterprises on Tax Evasion in the Forestry Industry of Russia. *Journal of Tax Reform*. 2022; 8(1): 88–101. <https://doi.org/10.15826/jtr.2022.8.1.110>
13. Makarova N.N., Ekaterina Z.I., Hanafeev F.F., Shvetsov A.V., Kutuzov A.V. The evolution of approaches to the study of economic security: foreign and domestic experience. *Growth Poles of the Global Economy: Emergence, Changes and Future Perspectives*. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems" Plekhanov Russian University of Economics. Luxembourg, 2020: 1373–1380.
14. Евграфова Л.В. ЕСХН и переработка выращенного сельскохозяйственного сырья на давальческой основе. *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2016; 2: 21–26
15. Корнилова Л.М., Иванов Е.А., Иванов П.А. Стимулирование инновационной активности сельскохозяйственных организаций основа цифровизации АПК. *Инновационное развитие экономики*. 2018; 5 (47): 52–58
16. Данилова Н.Л. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности организации и методика их анализа. Монография. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2018. 140 с.
17. Маркова Е. В. Анализ финансовых показателей деятельности аграрного предприятия. *Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Волкова И.Е.*, Казань, 04 июня 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021: 293–297
18. Иванов Е.А., Макушев А.Е., Корнилова Л.М. Управленческие учетные системы и цифровизация экономики субъектов аграрной направленности. *Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции*, Чебоксары, 20 мая 2019 года. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. 2019: 244–247

ОБ АВТОРАХ:

Артур Анатольевич Семенов, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
spin-код Science Index: 4905-9650
<https://orcid.org/0000-0003-3423-8423>

Татьяна Александровна Медведева, кандидат экономических наук, доцент
Чувашский государственный аграрный университет, 29, ул. К. Маркса, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: mta7788@yandex.ru
spin-код Science Index: 8583-7756
<https://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

Наталья Викторовна Алексеева, кандидат экономических наук, доцент,
Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ferkel93@mail.ru
spin-код Science Index: 5799-0113
<https://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Анатолий Аркадьевич Семёнов, кандидат педагогических наук, доцент,
Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации, 24, пр-т М. Горького, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
spin-код Science Index: 9762-7460

12. Labunets Iu.E., Mayburov I.A. The Impact of the Size of Enterprises on Tax Evasion in the Forestry Industry of Russia. *Journal of Tax Reform*. 2022; 8(1): 88–101. <https://doi.org/10.15826/jtr.2022.8.1.110>
13. Makarova N.N., Ekaterina Z.I., Hanafeev F.F., Shvetsov A.V., Kutuzov A.V. The evolution of approaches to the study of economic security: foreign and domestic experience. *Growth Poles of the Global Economy: Emergence, Changes and Future Perspectives*. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems" Plekhanov Russian University of Economics. Luxembourg, 2020: 1373–1380.
14. Evgrafova L.V. ESKHN i pererabotka vyrashchenogo sel'skookhozyajstvennogo syr'ya na daval'cheskoj osnove. *Buhuchet v sel'skom hozyajstve*. 2016; 2: 21–26 (In Russian)
15. Kornilova, L. M., Ivanov E. A., Ivanov P. A. Stimulation of innovative activity of agricultural organizations on the basis of digitalization of the agro-industrial complex. *Innovacionnoe razvitie ekonomiki*. 2018; 5 (47): 52–58 (In Russian)
16. Danilova N. L. The main indicators of financial and economic activity of the organization and the methodology of their analysis: a monograph. Moscow: *Izdatel'stvo KnoRus*. 2018. 140 p. (In Russian)
17. Markova E. V. Analysis of financial indicators of agricultural enterprise activity. *Agrarnaya nauka XXI veka. Aktual'nye issledovaniya i perspektivy: trudy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kazan: *Kazanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet*. 2021: 293–297. (In Russian)
18. Ivanov E.A., Makushev A.E., Kornilova L.M. Managerial accounting systems and digitalization of the economy of agrarian subjects. *Modern agrarian economy: problems and prospects in the context of the development of digital technologies: materials of the All-Russian Scientific and practical Conference*. Cheboksary: *Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya*. 2019: 244–247. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Artur Anatol'evich Semenov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
Science Index: 4905-9650
<https://orcid.org/0000-0003-3423-8423>

Tat'jana Aleksandrovna Medvedeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: mta7788@yandex.ru
Science Index: 8583-7756
<https://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

Natal'ja Viktorovna Alekseeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ferkel93@mail.ru
Science Index: 5799-0113
<https://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Arkadiyevich Semenov Anatoly, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Cheboksary cooperative institute (branch) Russian university of cooperation, 24 M. Gorky Ave., Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru
Science Index: 9762-7460

Т.А. Медведева¹, ✉
Н.В. Алексеева¹,
Е.А. Иванов¹,
А.А. Семенов¹,
М.Л. Толстова²,
А.В. Степанов¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

² Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

✉ mta7788@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
29.10.2022

Финансы предприятий агропромышленного комплекса: актуальные вопросы анализа и управления

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Актуальность исследования обусловлена важной ролью анализа причин и факторов экономического состояния ведущих сельскохозяйственных предприятий региона. Устойчивое развитие предприятий сельского хозяйства обеспечивает не только продовольственную безопасность, оно также определяет уровень экономического благополучия граждан и раскрывает потенциал социально-экономического развития региона. Целью исследования является анализ финансового состояния сопоставимых предприятий зерноперерабатывающей отрасли различных регионов Приволжского федерального округа; оценка структуры капитала и имущества данных предприятий и ее влияния на финансовые результаты деятельности в сложившихся экономических условиях.

Методы. Основными инструментами исследования выступили методы финансового анализа, способные выявить финансовые проблемы на предприятии, установить причинно-следственные связи и увидеть пути улучшения положения.

Результаты. Современное состояние сельского хозяйства характеризуется тем, что пандемия, вводимые в связи с ней ограничения, а также нестабильная ситуация в мировой экономике и санкции привели к ухудшению ресурсного обеспечения и вызвали спад экономической эффективности агропромышленного комплекса. Увеличилась стоимость закупаемых материалов, возрос уровень задолженности, небольшие фермерские хозяйства резко снизили объемы выручки и прибыли. Мониторинг экономического положения аграрного сектора показал, что производственные и экономические риски ведущих предприятий отрасли не сильно повлияли на финансовые результаты их деятельности, многие крупные предприятия продолжают наращивать объемы производства, их выручка и прибыль растут. Проведена диагностика финансового состояния и сравнительный анализ эффективности управления активами и источниками финансирования ведущих предприятий агропромышленного комплекса Приволжского федерального округа. Сформированы стратегические рекомендации по повышению эффективности их финансовой политики. Сделан вывод о влиянии специфики формирования источников финансирования и структуры имущества на финансовые результаты деятельности предприятия.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, финансовый анализ, структура капитала, активы предприятия, выручка, прибыль

Для цитирования: Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Толстова М.Л., Степанов А.В. Финансы предприятий агропромышленного комплекса: актуальные вопросы анализа и управления. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 194–199. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-194-199>

© Медведева Т.А., Алексеева Н.В., Иванов Е.А., Семенов А.А., Толстова М.Л., Степанов А.В.

Finance of agro-industrial enterprises: current issues of analysis and management

ABSTRACT

Relevance. The relevance of the study is due to the important role of analyzing the causes and factors of the economic condition of the leading agricultural enterprises in the region. Sustainable development of agricultural enterprises provides not only food security, it also determines the level of economic well-being of citizens and reveals the potential of socio-economic development of the region. The purpose of the study is to analyze the financial condition of comparable grain processing enterprises in various regions of the Volga Federal District; assessment of the capital and property structure of these enterprises and its impact on financial performance in the current economic conditions.

Methods. The main research tools were methods of financial analysis that can identify financial problems at the enterprise, establish cause-and-effect relationships and see ways to improve the situation.

Results. The current state of agriculture is characterized by the fact that the pandemic, the restrictions imposed in connection with it, as well as the unstable situation in the world economy and sanctions have led to a deterioration in resource provision and caused a decline in the economic efficiency of the agro-industrial complex. The cost of purchased materials has increased, the level of debt has increased, small farms have sharply reduced revenue and profits. Monitoring of the economic situation of the agricultural sector showed that the production and economic risks of the leading enterprises of the industry did not significantly affect the financial results of their activities, many large enterprises continue to increase production volumes, their revenue and profits are growing. Diagnostics of the financial condition and comparative analysis of the effectiveness of asset management and sources of financing of the leading enterprises of the agro-industrial complex of the Volga Federal District were carried out. Strategic recommendations have been formed to improve the effectiveness of their financial policy. The conclusion is made about the influence of the specifics of the formation of sources of financing and the structure of property on the financial results of the enterprise.

Key words: agro-industrial complex, financial analysis, capital structure, assets of the enterprise, revenue, profit

For citation: Medvedeva T.A., Alekseeva N.V., Ivanov E.A., Semenov A.A., Tolstova M.L., Stepanov A.V. Finance of agro-industrial enterprises: current issues of analysis and management. Agrarian science. 2022; 364 (11): 194–199. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-194-199> (In Russian).

© Medvedeva T. A., Alekseeva N.V. Ivanov E.A., Semenov A.A., Tolstova M.L., Stepanov A.V.

Tatjana A. Medvedeva¹, ✉
Natalja V. Alekseeva¹,
Evgenij A. Ivanov¹,
Artur A. Semenov¹,
Maria L. Tolstova²,
Anton V. Stepanov¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

² Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russian Federation

✉ mta7788@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
29.10.2022

Введение / Introduction

Эффективное функционирование предприятия агропромышленного комплекса, обеспечение его финансовой устойчивости, рентабельности и конкурентоспособного положения на рынке определяются в первую очередь качеством диагностики финансового состояния и обоснованным выбором путей повышения эффективности его деятельности. В научной литературе можно встретить высказывания современных ученых и практиков, в частности Корниловой Л.М. [1], М.П. Посталюка [2], Ендовицкого Д.А., Любушкина Н.П., Бабичевой Н.Е., Купрюшиной О.М. [3], Медведевой Т.А. [4], Алексеевой Н.В. [5], о том, что финансовые проблемы, возникающие в сельском хозяйстве, достаточно волнательны, они требуют постоянных аналитических исследований и инновационных подходов к их решению.

Объектом исследования выступили крупнейшие предприятия сельскохозяйственной отрасли Приволжского федерального округа: АО «Чувашхлебопродукт», Чувашская Республика; АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов», Республика Татарстан; АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»», Республика Марий Эл. Предприятия сопоставимы по объему активов, выработке продукции и финансовым результатам. Предметом исследования является финансовое положение данных предприятий и связь финансовых результатов деятельности со структурой активов и капитала.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

При проведении исследования применялись методы экономического анализа; системный и комплексный подход; статистический, сравнительный, индуктивный и дедуктивный способ обработки информации. Методы финансового анализа включали: анализ структуры и динамики экономических элементов, факторный и коэффициентный анализ. Информационной базой анализа выступила финансовая отчетность исследуемых предприятий.

Диагностика финансового состояния предприятий проводилась по следующим направлениям: анализ качественного состава (оценка структуры, удельных весов или доли элементов в общей их совокупности); анализ динамических изменений (оценка изменения показателей во времени); анализ индикаторов и коэффициентов (оценка соотношения определенных параметров и их соответствия нормативам); детерминированный и стохастический анализ (выявление факторов влияния, вида и степени зависимости экономических параметров друг от друга).

Валерианов А.А. [6] определяет финансовую политику предприятия АПК как концепцию комплексного развития и совокупность детерми-

рованных экономических связей, направленных на рациональное управление финансовыми ресурсами. Как указывает в своих работах Данилова Н.Л. [7–8], главным инструментом финансовой политики выступает финансовый анализ, представляющий собой комплекс диагностических методов и приемов, позволяющих осуществить выбор оптимальных путей решения поставленных задач.

По рекомендациям Семеновой Н.Н., Семенова А.А. [9] был проведен анализ специфических показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия, например таких как: эффект финансового рычага, тип финансовой устойчивости, ликвидность баланса как показатель платежеспособности, риск финансовой несостоятельности (банкротства).

Для исследования возможностей применения диагностических методов финансового анализа были выбраны предприятия зерноперерабатывающей отрасли Приволжского федерального округа, занимающиеся производством муки из зерновых культур, оптовой торговлей зерном и другими смежными видами деятельности; они сопоставимы по объему активов, выработке продукции и финансовым результатам. Согласно подходам, указанным в работах Е.А. Иванова, А.Е. Макушева, Л.М. Корниловой [10], И.М. Долговой, Н.Р. Александровой, С.Ю. Петряковой [11], в ходе анализа выделены

Таблица 1. Основные экономические показатели исследуемых предприятий в 2021 г.

Table 1. The main economic indicators of the studied enterprises in 2021

Показатели	АО «Чувашхлебопродукт» (Чувашская Республика)	АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» (Республика Татарстан)	АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл)
Разделы баланса, тыс. руб.			
Внеоборотные активы	359221	1049407	49260
Оборотные активы	608272	625548	577070
Капитал и резервы	592656	267865	305179
Долгосрочные обязательства	434	341519	1568
Краткосрочные обязательства	374403	1065571	319583
Валюта баланса	967493	1674955	626330
Структура имущества, %			
Внеоборотный капитал	37	63	8
Оборотный капитал	63	37	92
Структура капитала, %			
Собственный капитал	61	16	49
Заемный капитал	39	84	51
Финансовые результаты, тыс. руб.			
Выручка	2560588	3790491	3859224
Валовая прибыль	325402	286889	910956
Прибыль от продаж	132127	186957	289135
Прибыль до налогообложения	100814	95308	254636
Чистая прибыль	78019	70643	199801

* Источник данных: финансовая отчетность предприятий, размещенная в государственном информационном ресурсе Федеральной налоговой службы — <https://bo.nalog.ru/>

основные моменты, характеризующие эффективность финансовой политики данных предприятий, а также оценены финансовое положение и факторы, повлиявшие на результаты их деятельности.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе наших исследований было установлено, что основной задачей финансовой политики должно являться не только создание эффективной системы управления финансовыми ресурсами, но прежде всего — развитие, обеспечивающее экологичное (то есть не причиняющее текущего или потенциального вреда элементам системы) достижение стратегических целей предприятия.

В табл. 1 приведены данные для сравнения основных финансовых параметров.

Мы видим, что в отношении структуры имущества и источников финансирования предприятия демонстрируют принципиально разные ситуации и подходы к управлению. Так, треть активов АО «Чувашхлебпродукт» приходится на основной капитал и две трети — на оборотный. Активы АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» структурированы почти зеркально, большая часть активов приходится на внеоборотный капитал и меньшая — в оборотных средствах. Нестандартная структура имущества наблюдается у АО «Зерновая компания «Хлебодукт»»: всего 8% составляют внеоборотные активы и 92% — оборотный капитал. Такое незначительное количество основных средств, обеспечивающее очень большую выработку, вызывает исследовательский интерес.

Финансирование активов АО «Чувашхлебпродукт» производит в большей степени за счет собственных

средств, около 39% финансируются за счет заемных. Такая структура капитала обеспечивает хорошую финансовую устойчивость. Примерно равные пропорции финансовых ресурсов имеет АО «Зерновая компания «Хлебодукт»»; несбалансированная структура капитала наблюдается у АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов»: всего 16% собственных источников финансирования и 84% — заемных. Необходимо отметить, что высокая за кредитованность и низкая финансовая устойчивость, обусловленная спецификой структуры капитала на данном предприятии, не сказываются отрицательным образом на его финансовых результатах, что будет рассмотрено позднее.

Различные стратегические подходы к формированию имущества и привлечению источников его финансирования хорошо видны на рис. 1 и 2.

В большинстве случаев о результативности финансовой политики и эффективности различных подходов к формированию активов и пассивов мы можем судить по финансовым результатам деятельности предприятия.

Все предприятия демонстрируют высокий уровень выручки, но уровень чистой прибыли при этом существенно различается (рис. 3 и 4).

В связи с этим важным моментом будет определение чистой рентабельности: у АО «Чувашхлебпродукт» она составляет порядка 3%; у АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» — 1,9%. АО «Зерновая компания «Хлебодукт»» лидирует по уровню рентабельности — 5,2%.

Чистая прибыль, выраженная в абсолютном выражении — в денежных единицах, показывает эффект от деятельности и финансовой политики предприятия. Однако, говоря об эффективности управления, как пра-

Рис. 1. Структура имущества исследуемых предприятий на конец 2021 г., %

Fig. 1. The structure of the property of the studied enterprises at the end of 2021, %

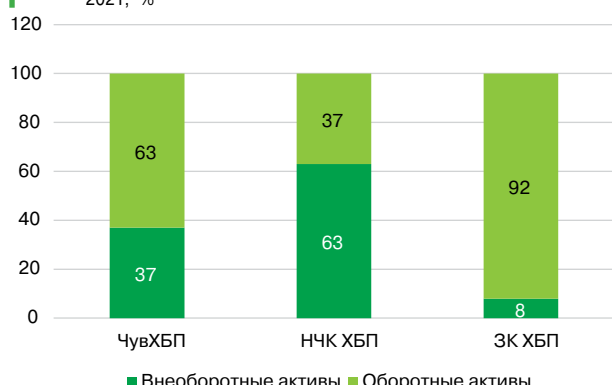


Рис. 2. Структура капитала исследуемых предприятий на конец 2021 г., %

Fig. 2. The capital structure of the studied enterprises at the end of 2021, %

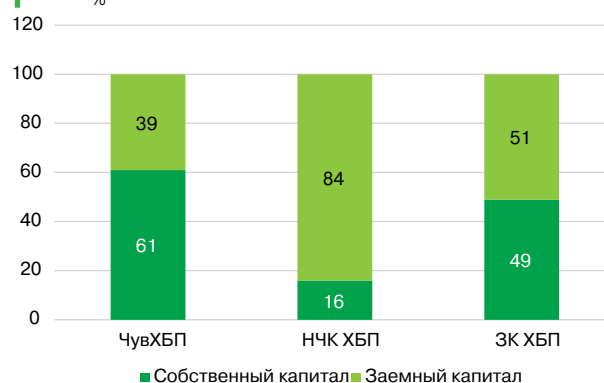


Рис. 3. Объем выручки исследуемых предприятий в 2021 г., тыс. руб.

Fig. 3. The volume of revenue of the studied enterprises in 2021, thousand rubles

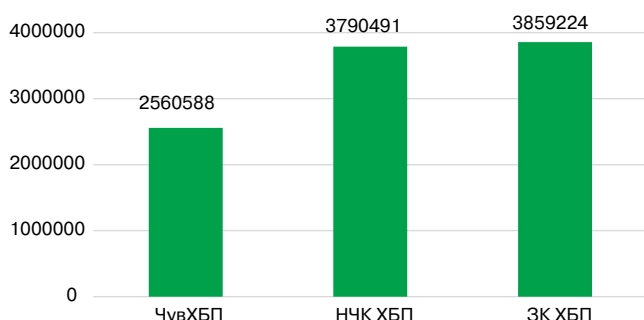
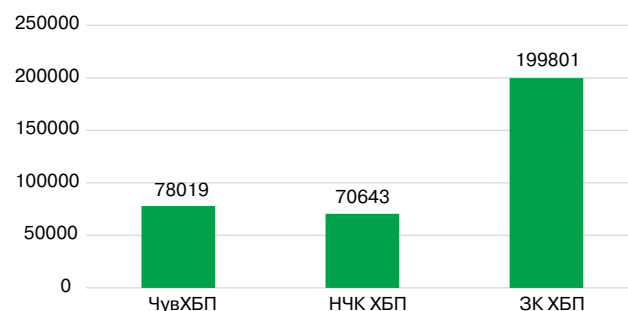


Рис. 4. Чистая прибыль исследуемых предприятий в 2021 г., тыс. руб.

Fig. 4. The volume of revenue of the studied enterprises in 2021, thousand rubles



вило, используют относительные показатели, позволяющие сравнить различные параметры, приводя их в сопоставимый вид (табл. 2).

Мы видим, что наилучшие показатели рентабельности различных элементов капитала наблюдаются у АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»». Особенно высокое значение у рентабельности внеоборотных активов, что обусловлено очень низким их объемом, значащимся на балансе данного предприятия. Рентабельность собственного и заемного капитала здесь также самая высокая. Наименьшую отдачу из рассматриваемых компаний показывает АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов». АО «Чувашхлебопродукт» также демонстрирует хорошие показатели — 14–22%.

По показателю оборачиваемости, характеризующему интенсивность производственного процесса и товарно-денежных отношений, лидером в данной тройке также является АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»», демонстрирующая самые высокие коэффициенты и самые короткие оборотные циклы. Набережночелнинское предприятие имеет отличные показатели по оборачиваемости дебиторской задолженности ввиду ее относительно небольших сумм и очень долгий цикл оборота всех активов. АО «Чувашхлебопродукт» в целом работает достаточно динамично, долгий период оборота лишь у оборотного капитала и запасов, наиболее интенсивны в обороте дебиторская и кредиторская задолженность.

Ликвидность характеризует потенциальную платежеспособность предприятия. При этом зарубежные экономисты, такие как A. Rodríguez-Pose [12], X. Fernández-i-Marín, J. Jordana [13], утверждают, что данный показатель не всегда бывает первостепенен при постановке финансовых целей и задач, однако крайне важен при формировании взаимоотношений с контрагентами и при решении вопросов привлечения заемного капитала.

Показатели ликвидности в большинстве своем отвечают нормативным значениям только у АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»». У АО «Чувашхлебопродукт» быстрая и абсолютная ликвидность ниже нормативных значений, общая ликвидность сильно превышает норматив, что косвенно свидетельствует о неэффективности использования оборотных средств.

Показатели финансовой устойчивости приближены к норме у АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»», собственные и заемные ресурсы примерно равны. Финансовая устойчивость АО «Чувашхлебопродукт» несколько выше, поскольку собственный капитал составляет 61% от всех его финансовых ресурсов. А вот структура капитала АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» крайне несбалансирована и несет риски неплатежеспособности, показатели существенно ниже нормативных значений, а источники финансирования на 84% состоят из заемных ресурсов.

Таблица 2. Основные показатели, характеризующие финансовое состояние исследуемых предприятий в 2021 г.

Table 2. The main indicators characterizing the financial condition of the studied enterprises in 2021

Показатели	АО «Чувашхлебопродукт» (Чувашская Республика)	АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» (Республика Татарстан)	АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл)
Показатели рентабельности, %			
- оборотных активов	13,7	13,3	35,6
- внеоборотных активов	22,2	6,9	393,7
- собственного капитала	13,6	30,4	81,9
- заемного капитала	22,4	5,3	54,3
Коэффициенты оборачиваемости, разы			
- дебиторской задолженности	26,2	59,7	16,5
- запасов	6,2	8,5	15,1
- оборотных активов	4,5	7,1	6,9
Коэффициенты ликвидности			
- текущей ликвидности	1,7	0,6	1,8
- общей ликвидности	1,7	0,5	1,8
- быстрой ликвидности	0,3	0,1	1,2
Коэффициенты финансовой устойчивости			
- автономии	0,6	0,2	0,5
- капитализации	0,6	5,3	1,1
- финансовой устойчивости	0,6	0,4	0,5
Источник для расчета данных: финансовая отчетность предприятий, размещенная на государственном информационном ресурсе Федеральной налоговой службы — https://bo.nalog.ru/			

Выводы / Conclusion

На основе проведенной количественной оценки финансовых показателей приведем качественную обобщенную характеристику результатов исследования. Несмотря на сложное текущее состояние экономики, крупные предприятия зерноперерабатывающей отрасли различных регионов Приволжского федерального округа имеют высокие финансовые результаты деятельности. Оценка результативности деятельности предприятия, рассмотренная через показатели рентабельности, оборачиваемости, ликвидности и финансовой устойчивости, показала, что наиболее эффективным является АО «Зерновая компания «Хлебопродукт»» (Республика Марий Эл). Структура активов данного предприятия отличается тем, что оборотный капитал значительно превышает его внеоборотные активы; собственные и заемные ресурсы при этом достаточно сбалансированы.

АО «Набережночелнинский комбинат хлебопродуктов» имеет превышение оборотных активов над внеоборотными; отличается высокой закредитованностью, заемные средства значительно превышают собственные ресурсы; предприятие имеет низкие показатели ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости. АО «Чувашхлебопродукт» имеет сбалансированную структуру активов и пассивов, позволяющую получать высокие финансовые результаты; показатели финансового состояния выявляют проблемы с ликвидностью; имеет место снижение оборачиваемости;

при этом предприятие высокорентабельно, финансово устойчиво, риски финансовой несостоятельности (банкротства) минимальны.

Таким образом, мы наблюдаем выраженное влияние специфики формирования источников финансирования и структуры имущества на финансовые результаты деятельности предприятия.

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. Корнилова, Л. М. Стимулирование инновационной активности сельскохозяйственных организаций основа цифровизации АПК. *Инновационное развитие экономики*. 2018. 5(47). 52-58.
2. Посталюк, М. П. Факторы развития инновационного потенциала пространственных социально-экономических систем региона. *Вестник экономики, права и социологии*. 2013; 1. 88-92.
3. Ендовичкий Д.А., Любушин Н.П., Бабичева Н.Э., Купрюшина О.М. От оценки финансового состояния организации к интегрированной методике анализа устойчивого развития. *Экономический анализ: теория и практика* 2016; 12. 12-21.
4. Медведева, Т. А. Стратегии инноватизации социально-экономических систем регионов Поволжского федерального округа *Вестник ТИСБИ*. 2014; 3. 166-178.
5. Алексеева Н.В. [и др.] Практика реализация и направления развития современных форм и технологий банковского обслуживания. 2021; 11, 3-1. 168-178. – DOI 10.34670/AR.2021.77.84.017.
6. А. А. Валерианов, Н. В. Алексеева, Т. А. Медведева [и др.] О мерах государственной поддержки и регулирования АПК. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021; 16. 4(64). 75-81. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-75-81.
7. Данилова, Н.Л. Современные тенденции развития методики анализа финансового состояния организации. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2021. 136 с. ISBN 978-5-4365-5357-3.
8. Данилова Н.Л. Основные показатели финансово-хозяйственной деятельности организации и методики их анализа. Монография. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2018. 140 с.
9. Семенова Н.Н., Семенов А.А. Проблемы управления обязательствами коммерческих организаций в современных экономических реалиях. *Материалы Международной научно-практической конференции «Совершенствование экономического механизма эффективного управления в хозяйствующих субъектах сельскохозяйственной направленности на региональном уровне»*. Чебоксары, 2017 С. 179-186.
10. Иванов Е.А., Макушев А.Е., Корнилова Л.М. Управленческие учетные системы и цифровизация экономики субъектов аграрной направленности. *Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года*. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019; С. 244-247.
11. Долгова, И. М. и др. Оценка конкурентоспособности сельскохозяйственных организаций. *Аграрная наука*. 2021;7-8. 130-132.
12. Rodríguez-Pose A. (2013). Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*,. 47, 7, pp. 1034-1047
13. Fernández-i-Marín X., Jordana J. (2015). The emergence of regulatory regionalism: transnational networks and the diffusion of regulatory agencies within regions. *Contemporary Politics*, 21, 4, pp. 417-434

REFERENCES

1. Kornilova, L. M., Ivanov E. A., Ivanov P. A. Stimulation of innovative activity of agricultural organizations the basis of digitalization of the agro-industrial complex. *Innovative development of the economy*, 2018. 5 (47), pp. 52-58. (In Russian)
2. Postalyuk M. P., Medvedeva T.A. Factors of development of innovative potential of spatial socio-economic systems of the region. *Bulletin of Economics, Law and Sociology*, 2013; 1, 88-92. (In Russian)
3. Endovickij D.A, Lyubushin N.P., Babicheva N.E., Kupryushina O.M. From assessing the financial condition of an organization to an integrated methodology for the analysis of sustainable development. *Ekonomicheskij analiz: teoriyaipraktika* . *Economic analysis: theory and practice*, 2016;12, pp. 12-21.
4. Medvedeva T.A.. Strategies of innovatization of socio-economic systems of the Volga Federal District regions. *Bulletin of Economics, Law and Sociology*, 2014; 3, 166-178. (In Russian)
5. Alekseeva N.V., Medvedeva T.A., Semenov A.A., Valerianov A.A. Practice of implementation and directions of development of modern forms and technologies of banking services. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*. 2021. 3-1,.. 168-178. (In Russian)
6. Valerianov A.A., Alekseeva N.V., Medvedeva T.A., Semenov A.A. On measures of state support and regulation of the agro-industrial complex. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, 2021, no. 4 (64), pp. 75-81, doi 10.12737/2073-0462-2022-75-81. (In Russian)
7. Danilova N.L. Modern trends in the development of methods for analyzing the financial condition of an organization. *Moscow, KnoRus Publishing House*, 2021, 136 p. (In Russian)
8. Danilova N. L. The main indicators of financial and economic activity of the organization and the methodology of their analysis: a monograph. *Moscow, KnoRus Publishing House*, 2018, 140 p. (In Russian)
9. Semenova N. N., Semenov A. A. Problems of management obligations of commercial organizations in today's economic realities. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovershenstvovanie ekonomicheskogo mekhanizma effektivnogo upravleniya v khozyaistvuyushchikh sub"ektakh sel'skokhozyaistvennoi napravlenosti na regional'nom urovne»* 2017, pp. 179-186. (In Russian)
10. Ivanov E.A., Makushev A.E., Kornilova L.M. Managerial accounting systems and digitalization of the economy of agrarian subjects. *Sovremennaya agrarnaya ekonomika: problemy i perspektivy v usloviyakh razvitiya tsifrovyykh tekhnologii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2019, pp. 244-247. (In Russian)
11. Dolgova I. M., Aleksandrova N. R., Petryakova S. YU. Assessment of the competitiveness of agricultural organizations *Agrarnaya nauka*, 2021;7-8. 130-132. (In Russian)
12. Rodríguez-Pose A. Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*, 2013,. 47,. 7, pp. 1034-1047.
13. Fernández-i-Marín X., Jordana J. The emergence of regulatory regionalism: transnational networks and the diffusion of regulatory agencies within regions. *Contemporary Politics*, 2015, 21,. 4, pp. 417-434.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Александровна Медведева, кандидат экономических наук, доцент

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: mta7788@yandex.ru

spin-код Science Index: 8583-7756

<http://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

Наталья Викторовна Алексеева, кандидат экономических наук, доцент,

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ferkel93@mail.ru

spin-код Science Index: 5799-0113

<http://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Евгений Алексеевич Иванов, кандидат экономических наук, доцент

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация
e-mail: ivanoveacoop@gmail.com

spin-код Science Index: 4563-4810

<http://orcid.org/0000-0002-4818-2646>

Артур Анатольевич Семенов, кандидат экономических наук, доцент Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация

e-mail: semyonov-artur@yandex.ru

spin-код Science Index: 4905-9650

<http://orcid.org/0000-0003-3423-8423>

Мария Леонидовна Толстова, кандидат экономических наук, доцент Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, пр-т Московский, д. 15, Российская Федерация

spin-код Science Index: 7927-7690

e-mail: for.anton_step@mail.ru

Антон Викторович Степанов, кандидат физико-математических наук, доцент Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, 428000, Российская Федерация e-mail: for.anton_step@mail.ru

spin-код Science Index: 3884-3897

<http://orcid.org/0000-0003-4306-1199>

ABOUT THE AUTHORS:

Tat'jana Aleksandrovna Medvedeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: mta7788@yandex.ru

Science Index: 8583-7756

<http://orcid.org/0000-0002-2051-6202>

Natal'ja Viktorovna Alekseeva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ferkel93@mail.ru

Science Index: 5799-0113

<http://orcid.org/0000-0003-3756-382X>

Evgenij Alekseevich Ivanov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: ivanoveacoop@gmail.com

Science Index: 4563-4810

<http://orcid.org/0000-0002-4818-2646>

Artur Anatol'evich Semenov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation
e-mail: semyonov-artur@yandex.ru

Science Index: 4905-9650

<http://orcid.org/0000-0003-3423-8423>

Mariya Leonidovna Tolstova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Moskovsky Ave., 15

Science Index: 7927-7690

e-mail: for.anton_step@mail.ru

Anton Viktorovich Stepanov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx Street, Cheboksary, 428000, Russian Federation

e-mail: for.anton_step@mail.ru

Science Index: 3884-3897

<http://orcid.org/0000-0003-4306-1199>

Р.В. Михайлова¹, ✉
В.Г. Семенов¹,
А.С. Тихонов¹,
А.Е. Макушев¹,
К.В. Фадеева¹,
О.Н. Федорова¹,
М.А. Пронин²,
М.И. Ивлева³,
А.С. Корнилова⁴

¹ Чувашский аграрный университет,
Чебоксары, Российская Федерация

² Институт философии Российской
академии наук, Москва, Российская
Федерация

³ Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская
Федерация

⁴ Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, Санкт-
Петербург, Российская Федерация

✉ neti-mix@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Renata V. Mikhailova¹, ✉
Vladimir G. Semenov¹,
Anatoly S. Tikhonov¹,
Andrey E. Makushev¹,
Kristina V. Fadeeva¹,
Olga N. Fedorova¹,
Mikhail A. Pronin²,
Marina I. Ivleva³,
Anna S. Kornilova⁴

¹ Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary, Russian Federation

² Institute of Philosophy of the Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russian
Federation

³ Russian University of Economics named after
G.V. Plekhanov, Moscow, Russian Federation

⁴ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic
University, St. Petersburg, Russian Federation

✉ neti-mix@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Агротуризм как форма культурно-цивилизованного и цивилизационного отношения человека к природе

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Агротуризм является активно развивающимся сектором в системе современного туризма. Его развитие требует углубленного изучения проблем, связанных с ним. Агротуризм как форма отношения человека к природе в аспекте культурном ориентирован на развитие человека как личности (как объекта и субъекта). В аспекте цивилизованном он способствует реализации ответственного отношения человека к природе на основе принципа полезности. Агротуризм содержит потенциал сближения народов и стран в контексте взаимодействия цивилизационных центров Востока и Запада; рассмотрены его существующие региональные, национальные модели (Япония, Китай, Италия, Россия) сельскохозяйственных укладов жизни.

Методы. Теоретико-методологическую базу исследования составили принципы конкретности истины, системности; философско-антропологический анализ; деятельностный и компаративный подходы. В качестве эмпирического материала привлекались сведения из географии, истории, этнографии, литературы, экономики, управления сельским хозяйством и туризмом.

Результаты. Установлено, что у агротуриста 1) удовлетворяются широкие познавательные потребности — знакомиться с жизнью местного населения («простых» людей), живущего и «работающего на земле», с его аграрным антропоценозом/аграрным укладом жизни; 2) развиваются способности личности понимать и принимать адекватные природосообразные решения в определенных, в том числе сложных, непростых ситуациях; 3) удовлетворяется потребность глубокого, грамотного взаимодействия с природой; 4) удовлетворяется потребность отдыхать, возвращаясь в природный уклад/ритм жизни. В результате подобного путешествия у человека актуализируется чувство «своего» места в жизни и профессии, а вместе с ним и чувство Родины. В итоге через трансформацию самобыта собственная повседневность человек прирастает психологически и обогащается духовно.

Ключевые слова: агротуризм, агротурист, природа, человек, экономика, культурно-цивилизованный и цивилизационный аспекты

Для цитирования: Михайлова Р.В., Семенов В.Г., Тихонов А.С., Макушев А.Е., Фадеева К.В., Федорова О.Н., Пронин М.А., Ивлева М.И., Корнилова А.С. Агротуризм как форма культурно-цивилизованного и цивилизационного отношения человека к природе. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 200–206. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-200-206>

© Михайлова Р.В., Семенов В.Г., Тихонов А.С., Макушев А.Е., Фадеева К.В., Федорова О.Н., Пронин М.А., Ивлева М.И., Корнилова А.С.

Agrotourism as a form of culturally civilized and civilizational human attitude to nature

ABSTRACT

Relevance. Agrotourism is an actively developing sector in the system of modern tourism. Its development requires an in-depth study of the problems associated with it. Agrotourism as a form of man's relationship to nature in the cultural aspect is focused on the development of man as a person (as an object and subject). In the civilized aspect, it contributes to the implementation of a responsible attitude of man to nature based on the principle of utility. Agrotourism contains the potential for bringing peoples and countries closer together in the context of the interaction between East-West civilizational centers. The paper considers its existing regional, national models (Japan, China, Italy, Russia) of agricultural ways of life.

Methods. The theoretical and methodological basis of the study was the principles of concreteness of truth, consistency; philosophical and anthropological analysis; activity and comparative approaches. Information from geography, history, ethnography, literature, economics, agriculture and tourism management was used as empirical material.

Results. It has been established that agrotourist 1) satisfies broad cognitive needs to get acquainted with the life of the local population ("ordinary" people) — living and "working on the land", with its agrarian anthropocenos / agrarian way of life; 2) develops the ability to understand and make adequate natural decisions in certain, including difficult situations; 3) satisfies the need for deep, competent interaction with nature; 4) satisfies the need to rest, return to the natural way of life/rhythm of life. As a result of such a journey, a person's sense of "one's" place in life and profession is actualized, and with it the sense of the Motherland. As a result, through the transformation of the self-image of one's own everyday life, a person grows psychologically and enriches himself spiritually.

Key words: agrotourism, agrotourist, nature, man, economy, cultural, civilized and civilizational aspects

For citation: Mikhailova R.V., Semenov V.G., Tikhonov A.S., Makushev A.E., Fadeeva K.V., Fedorova O.N., Pronin M.A., Ivleva M.I., Kornilova A.S. Agrotourism as a form of culturally civilized and civilizational human attitude to nature. Agrarian science. 2022; 364 (11): 200–206. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-200-206> (In Russian).

© Mikhailova R.V., Semenov V.G., Tikhonov A.S., Makushev A.E., Fadeeva K.V., Fedorova O.N., Pronin M.A., Ivleva M.I., Kornilova A.S.

Введение / Introduction

Агротуризм в современном мире выступает одной из ведущих и активно развивающихся форм в системах туризма и сельского хозяйства. Исследователи указывают на факторы, способствующие развитию данного явления и в бизнесе, и в жизни: осознание обществом экологических проблем; увеличение техногенных нагрузок на человека, на общество — растущая урбанизация и т.д.

Развитие агротуризма следует отнести к актуальной и перспективной инновации. При этом истоки агротуризма — летней жизни вне полисов — известны со времени Античности. Однако и как отдельное направление туристской отрасли, и как сектор экономики сельского хозяйства, и как успешный малый бизнес он получил признание и возможности для своего развития у нас в стране и за рубежом лишь после Второй мировой войны [1]. С агротуризмом сегодня, при правильном, успешном управлении им, связывают устойчивое развитие сельских территорий, сельской местности. Учитывая высокий созидательный потенциал агротуризма, в ряде работ зарубежных исследователей он характеризуется как «важный инструмент» [2] для выживания сельских жителей — как «фактор», как «драйвер», как «стратегия» для местного развития, как «выдающаяся основа сельскохозяйственного сектора» [3]. Российские исследователи В.Н. Басков и А.В. Камянчук, характеризуя причину обращения к агротуризму после периода кризиса сельского хозяйства в европейских странах (70-е гг. XX в.), указывают на его (агротуризма) особенность — возможность выступать в качестве «социального амортизатора» [4] в процессе реструктуризации аграрного сектора экономики. Как отмечают в своём исследовании Панюков А.И. и Панюкова А.И., о положительных эффектах развития агротуризма свидетельствуют сокращение безработицы, возросшие доходы сельского населения [5].

С экономическим развитием сельской среды исследователи и практики связывают одновременное решение экзистенциальных (жизненных, духовных) проблем у живущих как на селе (постоянная забота о пище, крове, доме, близких; сохранение привычного уклада жизни, местной культуры, природы и т.д.), так и в городе — забота о себе и близких, отдых, познание природы и самого себя. Особый интерес представляют возможности повышения уровня занятости сельского населения. Развитие агротуризма возможно лишь при активности местного населения (местных сообществ), которая невозможна без преодоления состояния его «безмолвия и бессилия» [6].

Проблема актуальности исследуемой темы возникает при сопоставлении возможностей агротуризма с целями выхода цивилизации из техногенного кризиса и создания для этого природоподобных технологий. Под ними М.В. Ковальчук и соавторы понимают путь «создания техносферы, базирующейся на технологиях, воспроизводящих системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в естественный природный ресурсооборот» [7]. По их мнению, «смысл создания природоподобной техносферы состоит в восстановлении своеобразного «обмена веществ» природы — естественного самосогласованного ресурсооборота, нарушенного современными технологиями, которые вырваны из естественного природного контекста» [7]. В этой связи, на наш взгляд, агротуризм является одной из перспектив-

ных форм внедрения идей и практик природоподобных технологий.

Актуальность темы исследования обусловлена также особенностью современного этапа развития науки, ориентированной на учет специфики соразмерного человеку мира — соизмеримого с человеческим ощущением (переживанием), пониманием, деятельностью — антропологической вписанностью человека в ландшафт своей жизни. Такой сомасштабной/человекомерной внутреннему миру человека спецификой обладает объект исследования — агротуризм.

Цель настоящей работы — выявить гуманитарные особенности агротуризма как формы активного отношения человека к природе и к самому себе на основе анализа культурно-цивилизированного и цивилизационного аспектов в рамках разнообразных философско-антропологических подходов (в парадигмах техно-, антропо- и культуроценозов).

Материал и методы исследования / Materials and methods

Агротуризм относится к межотраслевому сектору экономики, что традиционно вызывает затруднения в выборе адекватных методов его исследования. Очевидно, что агротуризм — это и сельское хозяйство (как сфера товарного производства), и туризм (как сфера оказания услуг). Общеизвестно, что маркетинговые схемы описания рынков товаров и услуг существенно разнятся. Агротуризм как антропопрактика вовлекает в свое пространство всего человека, природа которого включает в себя биологическое, социальное, духовное измерения. Соответственно к исследованию агротуризма как сектора экономики должен быть привлечен и философско-антропологический инструментарий. Поэтому поставленную нами проблему мы рассматриваем как комплексное междисциплинарное исследование. В нашей работе нас интересует гуманитарный аспект данного межотраслевого сектора экономики; именно он формирует предложение и спрос (ожидания) на рынке; он делает этот сектор привлекательным для потребителя, предпринимателя, инвесторов, а также для государственных органов и политических партий («зелёных» и пр.).

Теоретико-методологическую базу исследования составили принципы конкретности истины и системности, деятельностный подход, философско-антропологический анализ в контексте техно-, антропо- и культуроценозов, а также традиционные/общепринятые для экономики сельского хозяйства и менеджмента (маркетинга) виды анализов. На их основе в работе установлено следующее.

Во-первых, агротуризм как форма отношения человека (агротуриста) к природе может быть адекватно познана лишь при рассмотрении его (агротуризма) с учетом конкретных общественно-экономических отношений, складывающихся между агротуристом, провайдером агротуристических услуг и природой. Земля, труд и капитал — главные средства производства в разных общественно-экономической формациях: интеллектуальный потенциал агротуризма требует комплексного анализа для того, чтобы стать капиталом — производительной силой в современном сельском хозяйстве и в индустрии рекреации, образования и отдыха.

Во-вторых, в агротуризме отношение человека к природе как системная целостность и ценность детерминировано уровнем и потребностями/проблемами личностного развития агротуриста, с одной стороны, и провайдера агротуристических услуг — с другой.

В-третьих, агротуризм предлагаем рассматривать как специфическую гуманитарную деятельность, субъективно нагруженную вопросами смысла жизни, постижения природы и познания самого себя; одновременно в объективном плане можно рассматривать деятельность агротуриста как субъекта в сфере природосообразной практики.

В работе в качестве эмпирического материала привлекались сведения из географии, истории, этнографии/антропологии, литературы, экономики и управления сельским хозяйством и туризмом.

Настоящее исследование и результаты, представленные в данной статье, могут помочь государственным органам и организаторам бизнеса в понимании того, что агротуризм как психологически (духовно) нагруженная перспективная и социально значимая сфера предпринимательской деятельности требует специфического отношения (поддержки). Последнее важно для того, чтобы агротуризм стал экономически выгодным, самостоятельно развивающимся сектором экономики, основанным на природоподобных, природосберегающих технологиях и принципах рачительного/бережливого производства («lean production»). Такие технологии способны обеспечивать сохранение природы, самореализацию и развитие человека, местных сообществ, сохранение традиционных укладов жизни, идентифицирующих этносы, народы и нации.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

Установлено, что агротуризм может быть рассмотрен как одна из форм культурно-цивилизованного и цивилизационного воплощения отношения человека (общества) к природе. Верно и обратно: многообразие форм отношения человека (общества) к природе может быть рассмотрено через систему агротуризма, в которой нашли отражение культурно-цивилизованные и цивилизационные особенности отношения человека к природе. Для экономики подобная диалектика отношений не нова: факторы развития производства в итоге становятся качественно новыми результатами такового.

В данной работе базовыми понятиями являются человек (человек крестьянствующий), агротуризм, природа, культура, цивилизация.

В литературе имеются различные определения понятия «агротуризм». Мы понимаем его как вид туризма, ориентированный на проведение горожанином свободного (от постоянной работы в условиях города) времени на природе в условиях села, деревни, хутора, крестьянской избы, фермерского хозяйства и т.д. с целью приобщения к сельскому укладу жизни, получения возможности «окунуться в атмосферу сельской жизни».

Агротурист «покупает» возможность провести свободное время в сельской местности, идентифицируя его с отдыхом, если даже «отдых» будет связан с работой: на ферме, на участке поля, в огороде, на пасеке и т.д. Другими словами, турист работает, но ритм «рабочей жизни» его соответствует ритму отдыхающего человека в том смысле, что смена занятия (жизненного уклада) — лучшая форма отдыха. Известно, что взаимодействие человека с природой сопровождается разнообразием впечатлений. Они относятся к духовным/психологическим формам отношения человека к природе, к другим людям, к себе — что свидетельствует о присутствии комплекса иррационального. Поэтому агротуризм как бизнес в своей основе можно рассматривать как «торговлю впечатлениями».

С ними связаны стремление человека к полноте бытия на основе ценностей истины, добра/блага, красоты, веры, свободы, справедливости и т.д.; потребность человека ориентироваться в различных смысловых контекстах и находить способы воплощения ценностей, на которые он ориентирован. Результирующим роста личностного начала — достоинства и ответственности — в человеке является обретение новых, желанных для него горизонтов духовности. Но поскольку тело и дух являются необходимым условием существования человека, то духовность может быть рассмотрена только в связи с телесным субстратом — биологическим в человеке. Отсюда очевидна логика — в агротуризме сельский труд и непрерывно воспроизводимый в нем процесс взаимодействия с природой значимы для человека, необходимы ему как природному существу. Они дают удовлетворение за счет сочетания элитарной цивилизованности и непосредственного контакта с природой. В этой связи агротуризм, как отмечает А.Б. Оришев, — один из «самых спокойных и умиротворенных видов отдыха, освобождающий человека от городской суеты» [1], от односторонности и ограниченности индустриального труда. Линейный, «рванный» темпоритм городской жизни (вставать по будильнику, работать по расписанию) меняется на локальный, циклический природосообразный — вставать с петухами, ложиться с закатом солнца; ухаживать за растениями и животными в гармонии с их биологическими ритмами — уклад сельского жителя. Различные формы агротуризма исследователями характеризуются как «мягкий вариант современной формы «бегства в природу»» [8].

Агротуризм в аспектах цивилизованного и цивилизационного отношения человека к природе мы рассматриваем сквозь призму понятия цивилизации. Цивилизация (от лат. *civis* — гражданин, *civilis* — гражданский) отражает общее, рафинированное в человеке (в сообществах). Здесь присутствует принцип полезности/блага. Смысл данного принципа сводится к тому, что человек экзистенциально, по Н.А. Бердяеву, ориентирован «осуществлять жизнь» [9]. Тут мы разделяем высказывание М.Н. Кокаревич о том, что цивилизация есть «актуализация потребностей (жизни. — прим. авторов) в утверждении своего благополучного, безопасного, прочного существования в данном человеку мире» [10]. Базируясь на принципе полезности, человек (общество) в той или иной мере овладевает силами природы, подчиняет их. Агротуризм по своей сути ориентирован на формирование ответственного отношения человека к природе: «разумно направлять, контролировать свою активность в заданном контексте» [11], [12]. В этом отношении можно говорить о «цивилизированном обществе», «цивилизированном человеке». Состояние цивилизованности человека формируется в процессе сближения, интеграции народов, отражая «добровольное стремление к сосуществованию» [13]. Как отмечают этнологи и антропологи — это всегда взгляд на чужое через свое, и на свое через чужое [14].

Агротуризм в аспекте цивилизационного (культурно-исторического, по Н. Данилевскому) подхода к отношению человека (народа, общности) к природе определяется объективными факторами: географией его проживания, геологией земли и климата в месте проживания, экономическим укладом, особенностями социального и государственного устройства, самобытностью его культуры [15]. Поэтому учет природного, социального и культурного (духовного) факторов для нас значим в целях выявления особенностей агротуризма в аспекте

цивилизационного — культурного (а не варварского, потребительского) развития. Философско-антропологически проблема отношения человека к природе может быть рассмотрена в связи со спецификой цивилизационно формирующих центров Востока и Запада. При этом в пределах каждого из цивилизационных центров существуют различные региональные, национальные модели (общеизвестно, что цивилизационные феномены культурно детерминированы). Ныне известны установившиеся четыре (региональные) модели агротуризма — англо-американская, азиатская, западно-европейская, восточно-европейская [16]. Так, агротуризм в странах англо-американской модели (Великобритания, США, Канада), пренебрегая национальной спецификой, ориентирован на следующие виды деятельности: пешие и конные прогулки, охоту, рыбалку, экскурсии по памятникам истории. Агротуризм азиатской модели (Шри-Ланка, Малайзия, Япония), напротив, придавая особую роль национальному колориту, ориентирован на такие виды деятельности, как горные сплавы, альпинизм/прогулки по горам, подводное плавание, сафари. Агротуризм западно-европейской модели (Франция, Италия, Германия, Дания, Финляндия, Австрия) с его специфически организованным сельским бытом туристам предлагает следующие виды деятельности — занятие виноделием, сыроварением, посещение живописных мест. Агротуризм восточно-европейской модели (Болгария, Польша, Чехия, Литва, Кипр, Греция) с его особенностями организации сельской жизни ориентирован на такие виды деятельности, как занятие сельскохозяйственным трудом и традиционными видами деятельности. Таким образом, региональные модели агротуризма отражают своеобразие отношения человека к природе. В России агротуризм развивается, отталкиваясь от специфически-российских особенностей: диапазон разнообразия природных условий ее как цивилизационного места служит созданию российского варианта(-ов) модели(-ей) развития агротуризма.

Из литературы известно, что родиной агротуризма принято считать западно-европейские страны — Францию, Италию, Австрию [17] и др.

В работе [18] показан опыт развития агротуризма в одной из областей Италии — Ломбардии, где активными посетителями фермы являются дети и школьники из ближайших небольших городков. На ферме, ухаживая за животными, пчёлами, растениями, дети получают навыки правильного отношения к ним. На ферме детей и школьников учат собирать, сушить горные травы и т.д. Специально организуемый для детей «недельный тур без родителей» помогает им развивать самостоятельность и наблюдательность, позволяет сформировать познавательный интерес к природе, получить «практическое базовое сельскохозяйственное образование» [18]. В целом мы видим, что в процессе агротуристической практики формируется потребность в гуманном отношении к животному, когда его жизнь признается ценностью.

В работе [19] описан отечественный опыт сельского туризма в Краснодарском крае. В рамках проекта «Гастрономический туризм» здесь организована весенняя программа «Первоцвет-тур». Она включает знакомство с ботаническими характеристиками и особенностями цветов, возможностями их применения на практике (лечебные свойства, гастрономические и пр.) и т.д. Вместе с тем создается возможность познакомиться с жизнью местного населения, живущего и работающего на земле, и погрузиться в сельскую жизнь.

В отношении человека к природе в цивилизационном аспекте отражается креативный потенциал агротуризма. Он способствует формированию и развитию разнообразных форм отношения к природе. Для классически ориентированного агротуризма свойственно стабильное, упорядоченное отношение к природе — учет традиционных ценностей, испытанных в ходе многовековой истории, с которым связано сохранение природных ресурсов. Ныне получил развитие неклассический агротуризм, где в деятельности человека помимо элементов рутинизированного труда присутствуют элементы творчества. «Новое» возникает как результат взаимодействия цивилизаций, взаимного влияния и обогащения незнакомыми идеями и практиками. В итоге культурное отношение к природе помогает цивилизациям — их народам — выстраивать диалог взаимопонимания и доверия.

В работе [20] представлены результаты анализа опыта отдельных стран.

Так, в Японии классический агротуризм устойчиво развивается на сельских территориях — например, агропарки с разнообразными развлечениями, имеющими отношение к сельскому хозяйству и культуре сельских поселений [20]. Мы разделяем вывод о том, что опыт агротуризма в этой стране показывает: при условии грамотного сотрудничества органов власти с местными сообществами данный сектор экономики способствует поддержке развития сельских территорий, фермеров и их экологически ответственной сельскохозяйственной деятельности [20].

В Китае, пионере развития агротуризма в Восточной Азии [21], начало ему было положено реформами Дэн Сяопина. При отсутствии должной заботы об экологии не было условий для развития агротуризма. С 2017 г. государство стало принимать меры для улучшения экологической ситуации. В современном Китае значимое место отведено сельским курортам, участию агротуристов в сельскохозяйственных работах, посещению ими высокотехнологичных китайских ферм. Горожане имеют возможность ограничиться «пассивным отдыхом», не участвуя в сельскохозяйственных работах. Они могут погрузиться в тишину и релаксацию, оставляя шумные китайские мегаполисы; получить удовольствие от «захватывающего дух» вида на окружающие экологически чистые лесные массивы и горные цепи. Агротуризм в современном Китае ориентирован на классические образцы.

В исследованиях Ю.И. Новикова, О.А. Блинова, В.В. Шумакова показано, что агротуризм в разных странах стал основным способом охраны, реконструкции уникальных природных ландшафтов [22]. Так, в Швейцарии были сохранены уникальные альпийские луга, в Нидерландах — каналы и мельницы, в Италии — виллы и парки [23].

Выводы / Conclusion

Результаты проведенной научно-исследовательской работы свидетельствуют о следующем. Установлено, что, занимаясь агротуристической практикой, агротурист 1) удовлетворяет широкие познавательные потребности — знакомиться с жизнью местного населения («простых» людей), живущего и работающего на земле, с его аграрным антропоценозом/аграрным укладом жизни; 2) развивает способность понимать и принимать адекватные природосообразные решения в определенных, в том числе сложных, непростых ситуациях; 3) удовлетворяет потребность глубокого, грамотного

взаимодействия с природой; 4) удовлетворяет потребность отдыхать, возвращаясь в природный уклад/ритм жизни. В результате подобного путешествия у человека актуализируется — на языке виртуальной психологии [24], [25] — чувство «своего» места в жизни и профессии, а вместе с ним и чувство Родины [26]. В итоге через

трансформацию самообраза собственной повседневности человек прирастает духовно, «освежается» психологически, находит своё место в жизни, устанавливая живую связь с природой. Именно эти экзистенциальные эффекты и результаты делают агротуризм перспективной отраслью экономики.

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

- Оришев А.Б. История повседневности: аграрный туризм в России и за рубежом (с Античности до наших дней). *История: факты и символы*. 2017;4(13): 112-120. <https://doi.org/10.24888/2410-4205-2017-13-4-112-120>
- Mihajlovski G., Dojcinovski T., Bojkovska K., Jankulovski N. Agrotourism as a measure for economic development on the rural environment. *Knowledge International Journal*. 2018;23(1): 335-340. <https://doi.org/10.33258/economit.v1i3.488>
- Anzardo L.E.P., Fernandez E.C., Martinez I.R., Perez R.G. Theoretical Approach to Agrotourism and Its Contribution to Local Development. *Economit Journal: Scientific Journal of Accountancy, Management and Finance*. 2021;1(3): 165-176. <https://doi.org/10.33258/economit.v1i3.488>
- Басков В.Н., Камянчук А.В. Сельское сообщество XXI века: Пути развития. – *Ирбит: Издательский дом «Печатный вал»*, 2008; 72 с. <http://irbit.info/history/analytics/34/1197/>
- Панюков А.И., Панюкова А.И. Агротуризм: современное состояние и перспективы развития. *Известия МГТУ «МАМИ»*. 2013; 2. 4 (18). 92-99. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroturizm-sovremennoe-sostoyaniye-i-perspektivy-razvitiya/viewer> [Дата обращения 25.07.2022].
- Pratiwi L.P.K., Yudiari N., Wiadnyana I.W., Mulyani S. The role of ecotourism in supporting empowerment of urban farmers in Denpasar city. *International journal of sustainability, education, and global creative economic (IJSEGCE)*. 2020;3(2): 430-438. <https://doi.org/10.1234/ijsegce.v3i2.148>
- Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Природоподобные технологии: новые возможности и новые вызовы. *Вестник Российской академии наук*. 2019; 89: 5. 455-465. doi: 10.31857/S0869-5873895455-465
- Печерица Е.В., Шевченко М.И. Мировой опыт развития агротуризма. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2012;41: 44-53. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-opyt-razvitiya-agroturizma> [Дата обращения 28.05.2022].
- Бердяев Н.А. Воля к жизни и воля к культуре. *Смысл истории*. 1990:162-174.
- Кокарев М.Н. Культурная детерминированность цивилизационных феноменов. *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология*. 2012; 2(18): 84-91. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kulturnaya-determinirovannost-tsvivilizatsionnyh-fenomenov> [Дата обращения 13.07.2022].
- Михайлова Р.В. Человек в мире культуры. Чебоксары: *Изд-во Чуваш. ун-та*. 2008. 88с.
- Михайлова Р.В., Осипов Н.Е. Ответственность крестьянина как фактор развития крестьянского хозяйства. *Власть*. 2018; 05(26): 107-113.
- Ортега-и-Гассет Х. «Дегуманизация искусства» и другие работы. Эссе о литературе и искусстве: сб; пер. с исп. М.: *Радуга*. 1991. 639 с.
- Чеснов Я.В. Историческая этнография стран Индокитая. Москва. *Наука*. 1976. 300 с.
- Лепехин В.А. Понимание феномена «цивилизационные ценности» как основа развития современной российской аксиоматики. *Культурологический журнал*. 2021;2(44).

REFERENCES

- Orishev A.B. The history of everyday life: agricultural tourism in Russia and abroad (from Antiquity to the present day). *History: facts and symbols*. 2017;4(13): 112-120. (In Russian). <https://doi.org/10.24888/2410-4205-2017-13-4-112-120> (In Russian).
- Mihajlovski G., Dojcinovski T., Bojkovska K., Jankulovski N. Agrotourism as a measure for economic development on the rural environment. *Knowledge International Journal*. 2018;23(1): 335-340. <https://doi.org/10.33258/economit.v1i3.488>
- Anzardo L.E.P., Fernandez E.C., Martinez I.R., Perez R.G. Theoretical Approach to Agrotourism and Its Contribution to Local Development. *Economit Journal: Scientific Journal of Accountancy, Management and Finance*. 2021;1(3): 165-176. <https://doi.org/10.33258/economit.v1i3.488>
- Baskov V.N., Kamyanchuk A.V. Rural community of the XXI century: Ways of development. - *Irbit: Pechatnii Val Publishing House*, 2008. - 72 p. <http://irbit.info/history/analytics/34/1197/> (In Russian).
- Panyukov A.I., Panyukova A.I. Agrotourism: current state and development prospects // *Izvestiya MSTU "MAMI"*. 2013. 2. 4 (18). - P. 92-99. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/agroturizm-sovremennoe-sostoyaniye-i-perspektivy-razvitiya/viewer> [Accessed 07/25/2022]. (In Russian).
- Pratiwi L.P.K., Yudiari N., Wiadnyana I.W., Mulyani S. The role of ecotourism in supporting empowerment of urban farmers in Denpasar city. *International journal of sustainability, education, and global creative economic (IJSEGCE)*. 2020;3(2): 430-438. <https://doi.org/10.1234/ijsegce.v3i2.148>
- Kovalchuk M.V., Naraykin O.S., Yatsishina E.B. Nature-like technologies: new opportunities and new challenges. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences* 2019; 89: 5. 455-465. doi: 10.31857/S0869-5873895455-465 Available at: <https://journals.eco-vector.com/0869-5873/article/view/12552?ysclid=195nd076ky380046065> [Accessed 25.07.2022]. (In Russian).
- Pecheritsa E.V., Shevchenko M.I. World experience in the development of agrotourism. *National Interests: Priorities and Security*. 2012;41: 44-53. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-opyt-razvitiya-agroturizma> [Accessed: May 05, 2022] (In Russian).
- Berdyaev N.A. The will to live and the will to culture. *The Meaning of History*. 1990: 162-174. (In Russian).
- Kokarevich M.N. Cultural determinism of civilizational phenomena. *Bulletin of the Tomsk State University. Philosophy. Sociology. Political science*. 2012; 2(18): 84-91. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kulturnaya-determinirovannost-tsvivilizatsionnyh-fenomenov> [Accessed: July 13, 2022] (In Russian).
- Mikhailova R.V. Man in the world of culture. Cheboksary: *Chuvash University Publishing House*. 2008: 88. (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32766232>
- Mikhailova R.V., Osipov N.E. Responsibility of the peasant as a factor in the development of the peasant economy. *Vlast*. 2018; 05(26): 107-113. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otvetstvennost-krestyanina-kak-faktor-razvitiya-krestyanskogo-hozyaystva?ysclid=195layadt461552245>
- Ortega-and -Gasset H. "Dehumanization of Art" and other works. Essay on Literature and Art: collection of translations from Spanish M.: *Raduga*. 1991: 639. (In Russian).
- Chesnov Ya.V. Historical ethnography of the countries of Indochina. Moscow: *Nauka*. 1976: 300. (In Russian). <https://iphrrs.ru/page22819790.htm>
- Lepekhin V.A. Understanding the phenomenon of "civilizational values" as the basis for the development of modern Russian axiomatics. *Cultural journal*. 2021;2(44).

16. Волкова Т.А., Пономаренко А.А., Мельников Н.И. Развитие агротуризма за рубежом и в России. *Актуальные аспекты развития сельского (аграрного) туризма в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Краснодар: Кубанский гос. ун-т.* 2018: 66-71.

17. Адамеску А.А., Воскресенский В.Ю. Современные подходы к организации агротуризма в странах Центральной и Восточной Европы. *Региональная экономика: теория и практика.* 2009;33: 67-71. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-organizatsii-agroturizma-v-stranah-tsentralnoy-i-vostochnoy-evropy> [Дата обращения: 08.07.2022].

18. Голомолзин, Е. Экологический рай в бергамском шалаше. Режим доступа: <https://foto-travel.net/2013/11/ekologicheskij-ray-v-bergamskom-shalashe> [Дата обращения 28.05.2022 г.].

19. Миненкова В.В., Талалаева И.С. Информационно-методическое сопровождение агротуризма «Первоцвет-тур». *Актуальные аспекты развития сельского (аграрного) туризма в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т.* 2018: 126-129.

20. Литвиненко Т.В., Киши М. Состояние и особенности развития агротуризма в Японии. *Актуальные аспекты развития сельского (аграрного) туризма в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конф.* 2018: 106-111. https://kubsu.ru/sites/default/files/faculty/agroturizm_2018.pdf

21. Оришев А.Б., Тарасенко В.Н. Аграрный туризм в Китае. *Вестник Алтайской академии экономики и права.* 2019;1(1): 125-133. Режим доступа: <https://vael.ru/ru/article/view?id=246> [Дата обращения 13.07.2022].

22. Новиков Ю.И., Блинов О.А., Шумакова О.В. Направления и опыт развития агротуризма. *Вестник Омского государственного аграрного университета. Экономические и социально-гуманитарные науки.* 2015;3(19): 83-86. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-opyt-razvitiya-agroturizma> [Дата обращения: 08.07.2022].

23. Кундиус В.А., Чермянина В.В. Проблемы и перспективы агротуризма в регионе. *Аграрная Россия.* 2011;2: 49-54. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2011-2-49-54>

24. Носов Н. А. Виртуальная психология. Москва. Аграф. 2000. 432 с. http://ich.iph.ras.ru/workscv_w12.html

25. Пронин М. А. Виртуалистика в Институте человека РАН. Москва: Рос. акад. наук, Ин-т философии. 2015. 179 с. <https://iph.ras.ru/uplfile/root/biblio/2015/pronin/Pronin.pdf>

26. Пронин М.А. Философия как экспертиза: где Родина виртуального человека? *Рабочие тетради по биоэтике. Философский анализ проектов конструирования человека: идеалы и технологии* : сб. науч. ст. / под ред. П. Д. Тищенко. 2016; 25: 174-177.

16. Volkova T.A., Ponomarenko A.A., Melnikov N.I. Development of agrotourism abroad and in Russia. *Actual Aspects of the Development of Rural (Agrarian) Tourism in Russia: Materials of II All-Russian Scientific-Practical. Conf. Krasnodar: Kuban State. Un-ty.* 2018: 66-71. (In Russian).. https://kubsu.ru/sites/default/files/faculty/agroturizm_2018.pdf

17. Adamescu A.A., Voskresensky V.Yu. Modern approaches to the organization of agrotourism in the countries of Central and Eastern Europe. *Regional Economy: Theory and Practice.* 2009;33: 67-71. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-organizatsii-agroturizma-v-stranah-tsentralnoy-i-vostochnoy-evropy> [Accessed July 08, 2022] (In Russian).].

18. Golomolzin, E. An ecological paradise in a Bergamo hut. Available from: <https://foto-travel.net/2013/11/ekologicheskij-ray-v-bergamskom-shalashe> [Accessed May 28, 2022] (In Russian).].

19. Minenkova V.V., Talalaeva I.S. Information and methodological support of the agro-tour "Pervotsvet-tour". *Actual Aspects of the Development of Rural (Agrarian) Tourism in Russia: Materials of II All-Russian Scientific-Practical. Conf. - Krasnodar: Kuban State University.* 2018: 126-129. (In Russian).. https://kubsu.ru/sites/default/files/faculty/agroturizm_2018.pdf

20. Litvinenko T.V., Kishi M. Status and features of the development of agrotourism in Japan. *Actual Aspects of the Development of Rural (Agrarian) Tourism in Russia: Materials of II All-Russian Scientific-Practical. Conf.* 2018: 106-111. (In Russian).]. https://kubsu.ru/sites/default/files/faculty/agroturizm_2018.pdf

21. Orishev A.B., Tarasenko V.N. Agricultural tourism in China. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law.* 2019;1(1): 125-133. Available at: <https://vael.ru/ru/article/view?id=246> [Accessed July 13, 2022] (In Russian).].

22. Novikov Yu.I., Blinov O.A., Shumakova O.V. Directions and experience in the development of agrotourism. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University. Economic and Social-Humanitarian Sciences.* 2015;3(19): 83-86. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-opyt-razvitiya-agroturizma> [Accessed July 08, 2022] (In Russian).].

23. Kundius V.A., Chermnyanina V.V. Problems and prospects of agrotourism in the region. *Agricultural Russia.* 2011;2:49-54. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2011-2-49-54>

24. Nosov N.A. Virtual psychology. Moscow. Agraph. 2000. 432 p. (In Russian). http://ich.iph.ras.ru/workscv_w12.html

25. Pronin M. A. Virtualistics at the Institute of Human RAS. Moscow: Russian Academy of Sciences, Institute of Philosophy. 2015. 179 p. (In Russian). <https://iph.ras.ru/uplfile/root/biblio/2015/pronin/Pronin.pdf>

26. Pronin M.A. Philosophy as an examination: where is the homeland of a virtual person? *Workbooks on Bioethics. Philosophical Analysis of Human Construction Projects: Ideals and Technologies: Collection of Scientific Articles* / ed. P. D. Tishchenko. 2016; 25: 174-177. (In Russian).]. <https://iph.ras.ru/uplfile/humexp/biblio/rtb25.pdf>

ОБ АВТОРАХ:

Рената Васильевна Михайлова, доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой общеобразовательных дисциплин

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Владимир Григорьевич Семенов, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Анатолий Сергеевич Тихонов, доктор философских наук, профессор кафедры общеобразовательных дисциплин Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Андрей Евгеньевич Макушев, кандидат экономических наук, доцент, ректор Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

<https://orcid.org/000-0001-9987-2893>

ABOUT THE AUTHORS:

Renata Vasilievna Mikhailova, Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Head of the Department of General Educational Disciplines

Chuvash State Agrarian University 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Vladimir Grigorievich Semenov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Anatoly Sergeevich Tikhonov, Doctor of Philosophy, Professor of the Department of General Educational Disciplines Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Andrey Evgenievich Makushev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Rector Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

<https://orcid.org/000-0001-9987-2893>

ОБ АВТОРАХ:

Кристина Валериевна Фадеева, кандидат педагогических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2038-4246>

Ольга Николаевна Федорова, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428000, Российская Федерация

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Михаил Анатольевич Пронин, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник

Институт философии Российской академии наук, ул. Гончарная, 12 стр.1, Москва, 109240, Российская Федерация.

E-mail: pronin@iphras.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0594-6500>

Марина Ивановна Ивлева, кандидат философских наук, доцент, заведующий кафедрой истории и философии Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер. 36, Москва, 115054, Российская Федерация.

E-mail: stm602@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5134-7595>

Анна Сергеевна Корнилова, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая 29, Санкт-Петербург, 195251, Российская Федерация.

E-mail: lka-78@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Kristina Valerievna Fadeeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of General Educational Disciplines

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2038-4246>

Olga Nikolaevna Fedorova, Senior Lecturer of the Department of General Educational Disciplines

Chuvash State Agrarian University, 29 K. Marx St., Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation

E-mail: neti-mix@yandex.ru

Mikhail Anatolievich Pronin, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher

Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences, build. 1, 12 Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russian Federation

E-mail: pronin@iphras.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0594-6500>

Marina Ivanovna Ivleva, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of History and Philosophy Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 115054, Russian Federation.

Email: stm602@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5134-7595>

Anna Sergeevna Kornilova, student

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russian Federation.

E-mail: lka-78@mail.ru

НОВОСТИ ИЗ ЦНСХБ

Обзор подготовлен Тимофеевской С.А.

Экологические и физиологические аспекты повышения продуктивности и качества продукции сельскохозяйственной птицы при денитрификации : монография / И.И. Кцоева, В.Р. Каиров, Р.Б. Темираев, С.Г. Козырев, А.Н. Доева, Х.Н. Хетагуров. – Владикавказ : Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021. – 192 с. Шифр ЦНСХБ 21-4618.

В монографии освещены теоретические аспекты и экспериментальные материалы о целесообразности использования в рецептуре комбикормов с субтоксической дозой нитратов пробиотика, антиоксидантных препаратов и хелатных соединений. Описано влияние нитратов и нитритов на продуктивность, качество продукции и обмен веществ сельскохозяйственной птицы, а также способы снижения негативного действия нитратов и нитритов на хозяйственно-биологические признаки мясных кур и индеек. Приведены литературные данные о хозяйственно-биологических особенностях сельскохозяйственной птицы при скормлении пробиотиков, витамина С и комплексных и хелатных соединений цинка. Собственные опыты по использованию биологических добавок для снижения отрицательного действия нитратов и нитритов на организм были проведены на цыплятах-бройлерах, ремонтном молодняке и курах-несушках мясного кросса Смена-7. Приведены результаты исследований по включению пробиотика и витамина С в рационы мясных цыплят. Изучены сохранность, прирост живой массы и оплата корма продукцией, переваримость питательных веществ, активность ферментов в различных отделах пищеварительного тракта, состав микрофлоры кишечника, масса и химический состав печени у цыплят-бройлеров. Проанализированы убойные показатели цыплят-бройлеров, химический состав и биологическая ценность мяса. Дана экономическая оценка результатов производственного опыта. Изучено влияние биологически активных веществ (комплекс пиридина и никотината цинка с витамином С) на ресурсный потенциал ремонтного молодняка и кур-несушек при повышенном фоне нитратов в кормах. Определены переваримость и усвояемость питательных веществ рационов, депонирование цинка, содержание витаминов А и С, никотинамидных коферментов, нитратов и нитритов в органах и тканях подопытной птицы. Изучена яичная продуктивность кур-несушек, оплата корма продукцией, морфологические и инкубационные качества яиц. Рассчитана экономическая эффективность использования хелатного соединения и витамина С в питании мясных кур. Книга содержит 7 иллюстраций, 63 таблицы и список использованной отечественной и иностранной литературы из 207 источников. Предназначена для научных сотрудников, аспирантов, преподавателей и студентов биологического, зооветеринарного профиля и технологии продукции и организации общественного питания.

Шацких Е.В. Биотехнологические подходы к повышению продуктивности и резистентности сельскохозяйственной птицы при использовании в рационе безопасных стимуляторов роста : монография / Е.В. Шацких, Е.Н. Латыпова, Е.Г. Несват, П.С. Поляков, Д.М. Галиев. – Екатеринбург : Издательство Уральского ГАУ, 2021. – 220 с. Шифр ЦНСХБ 21-4864.

В монографии излагаются теоретические основы и практические способы повышения продуктивности, неспецифической резистентности, сохранности и улучшения качества продукции кур-несушек и цыплят-бройлеров путем использования стимулирующих кормовых добавок. Кратко описаны особенности пищеварения и обмена веществ у сельскохозяйственной птицы. Приведены литературные данные о применении в кормлении и влиянии на организм птицы безопасных стимуляторов роста – растительных экстрактов, фитобиотиков, пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, органических кислот. Приведены результаты собственных исследований об использовании фитобиотических добавок в рационах кур-несушек и цыплят-бройлеров. Дана характеристика этих добавок. При включении в рацион яичных кур добавок «Активо» и «Активо Ликвид» изучены сохран-

ность поголовья, развитие внутренних органов, обмен веществ и энергии, переваримость питательных веществ комбикорма, морфологический и биохимический состав крови, микрофлора толстого кишечника, яичная продуктивность и качество яиц кур-несушек. Представлена экономическая эффективность использования фитобиотических добавок в кормлении кур. Изучена эффективность использования в рационе цыплят-бройлеров кормовых добавок, включающих безопасные стимуляторы роста – «ГербаСтор», «ПроСтор» и «Активо». Показано положительное влияние добавок обмен веществ, морфологическое и гистологическое состояние внутренних органов, убойные качества и химический состав мяса цыплят-бройлеров. Рассчитана экономическая эффективность применения экспериментальных добавок в кормлении бройлеров. Описаны результаты эксперимента по замене кормового антибиотика в составе комбикорма для цыплят-бройлеров кормовой добавкой «Проактив Поултри». Проанализировано ее влияние на переваримость питательных веществ, обмен веществ и энергии, показатели крови, развитие внутренних органов, мясные качества и химический состав мяса цыплят-бройлеров. Рассчитана экономическая эффективность выращивания бройлеров. На основании результатов проведенных опытов и производственных проверок сформулированы предложения производству. Книга содержит 6 иллюстраций, 78 таблиц и список использованной литературы из 197 отечественных и иностранных источников. Предназначена для зооветеринарных специалистов птицефабрик и птицеводческих хозяйств, научных сотрудников, аспирантов, преподавателей и студентов аграрных вузов.

Завгородняя Г.В. Предродовая стрижка и ее влияние на повышение шерстной и мясной продуктивности овец : монография / Г.В. Завгородняя, И.Г. Сердюков. – Ставрополь : ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2021. – 118 с. Шифр ЦНСХБ 21-5097.

В монографии изложено всесторонне обоснование необходимости широкого внедрения в практику овцеводства предродовой стрижки тонкорунных овцематок. Кратко описаны хозяйственно-биологические особенности овец, шерстная продуктивность овец в зависимости от сроков стрижки, влияние стрижки овец на их физиологическое состояние. Дана характеристика основной зоны разведения тонкорунных овец в нашей стране (Ставропольский край) и овец ставропольской породы. Представлены поведенческие реакции маток, остриженных до ягнения и в традиционные сроки, клинические и гематологические показатели, шерстная продуктивность, качество шерсти, плодовитость и молочная продуктивность овцематок разных сроков стрижки и сохранность их потомства. Особое внимание уделено физико-технологическим свойствам шерсти у маток разных сроков стрижки и их потомства. Изучены тонина и длина шерсти, ее уравнированность, прочность шерсти на разрыв, величина загрязненной и вымытой зоны штапеля, количество и качество жиропота в шерсти маток. Уделено внимание организации предродовой стрижки овцематок, контролю за качеством стрижки, классировке шерсти, организации рабочих мест и обязанностям персонала на стригальных пунктах. Изучена гистоструктура кожи у маток и их потомства, рост, развитие и мясная продуктивность молодняка, естественная резистентность организма маток и ярок. Расчет экономической эффективности показал, что предродовая стрижка овцематок является эффективным технологическим приемом, способствующим повышению рентабельности овцеводства в степных и полупустынных зонах Северного Кавказа при весеннем (апрельском) ягнении овец. Книга содержит 1 приложение, 25 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 135 источников. Предназначена для научных сотрудников, специалистов племенных хозяйств по разведению овец, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Абдулхаликов Р.З. Генетический потенциал и мясные качества бройлеров отечественной и зарубежной селекции : монография / Р.З. Абдулхаликов, О.О. Гетоков, М.М. Долов. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. – 184 с. Шифр ЦНСХБ 21-5116.

В монографии представлен опыт выращивания и результаты многолетних исследований по изучению мясных качеств бройлеров отечественной и зарубежной селекции. Обобщены литературные данные о продуктивности и качестве мяса цыплят-бройлеров в зависимости от генотипа. Представлены данные о влиянии продленного срока откорма на мясную продуктивность и качество мяса бройлеров, влиянии условий содержания на продуктивность и племенные качества мясных кур. Приведены результаты собственных исследований по изучению продуктивных показателей и качества мяса цыплят-бройлеров кроссов СК Русь 2, СК Русь 4 и F-15 при клеточном содержании. В сравнительном аспекте изучены сохранность, показатели роста и динамика живой массы цыплят-бройлеров, затраты корма, выход мяса и товарные качества тушек. Уделено внимание химическому составу мяса бройлеров, содержанию аминокислот и жирных кислот в мясе, органолептическим показателям, потерям при кулинарной обработке. В сравнительном аспекте изучены продуктивность и мясные качества цыплят-бройлеров разных кроссов при продленном откорме. Особое внимание обращено на накопление в мясе солей тяжелых металлов. Изучены инкубационные качества яиц родительских форм, яичная продуктивность, особенности выращивания и мясные качества кур кроссов Бройлер-6, Гибро-6 и Конкурент. Представлены особенности роста и развития ремонтных курочек родительского стада мясных кроссов, влияние соотношения полов в родительском стаде на воспроизводительные качества птицы. На основании результатов исследований, производственных проверок и расчета экономической эффективности производства мяса бройлеров сформулированы предложения производству. Книга содержит 10 приложений в виде таблиц, 9 иллюстраций, 70 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 395 источников. Предназначена для научно-педагогических работников вузов, аспирантов, студентов, а также специалистов сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств, занимающихся разведением мясных кур.

Маслова Н.А. Эффективность применения различных способов повышения воспроизводительной функции свиноматок крупной белой породы : монография / Н.А. Маслова, А.П. Хохлова, О.Е. Татьяничева, О.А. Попова, Т.Н. Устинова. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – 155 с. Шифр ЦНСХБ 21-5341.

В монографии рассматриваются вопросы повышения воспроизводительных способностей свиноматок различными способами. Представлены литературные данные и результаты собственных исследований. Кратко описано развитие свиноводства на современном этапе, проанализировано состояние племенного свиноводства в России на начало 2019г. Дана характеристика биологических особенностей свиноматок, их рост, развитие влияние разных факторов на воспроизводительные качества. Описана технология искусственного осеменения свиноматок и представлен распорядок дня работы техников по искусственному осеменению свиней. Уделено внимание выявлению свиноматок в охоте, результативности их искусственного осеменения в зависимости от кратности и времени осеменения. Изучено

влияние возраста осеменения свиноматок на их воспроизводительную функцию. Влияние живой массы и возраста ремонтных свинок при первом осеменении на их воспроизводительные качества. Выявлены факторы, влияющие на повышение воспроизводительной функции свиноматок. Представлены гормональные и негормональные методы стимуляции воспроизводительной функции, выявление охоты у свиней с помощью естественных и синтетических феромонов. Изучено влияние феромонов хряка на эструс у маток и действие феромонов на половое созревание свинок. Проанализирована воспроизводительная продуктивность свиноматок в зависимости от различных способов стимуляции половой функции. Рассчитана экономическая эффективность применения различных препаратов для повышения воспроизводительной продуктивности. Книга содержит 9 иллюстраций, 58 таблиц и список использованной литературы из 105 отечественных и иностранных источников. Предназначена для научных работников, преподавателей, студентов высших и средних профессиональных сельскохозяйственных учебных заведений, специалистов и руководителей свиноводческих хозяйств, а также для свиноводов-любителей.

Пыхтина Л.А. Улучшение развития репродуктивных органов молодняка родительского стада и последующего проявления инкубационных качеств яиц кур в условиях птицефабрик на рационах с антиоксидантными добавками : монография / Л.А. Пыхтина, Л.Ю. Гуляева, О.А. Десятов, Ю.В. Семёнова, Е.В. Савина. – Ульяновск : УлГАУ, 2021. – 247 с. Шифр ЦНСХБ 21-5864.

В монографии рассматриваются вопросы повышения уровня реализации биологического потенциала продуктивности и экологической чистоты продукции кур-несушек родительского стада. Представлены литературные данные о роли антиоксидантов, витаминов и современных витаминсодержащих препаратов в питании птицы. Описаны результаты собственных экспериментальных исследований, проведенных на ремонтном молодняке и курах-несушках родительского стада яичного кросса Родонит 2, по включению в состав комбикорма антиоксидантных кормовых добавок с повышенной биологической доступностью. Научно доказано, что посредством применения антиоксидантных препаратов (витаминсодержащего «Карцесел» и витаминного комплекса липосомальной формы «Липовитам бета») в рационах ремонтного молодняка кур родительского стада можно добиться более интенсивного нарастания живой массы и лучшего развития репродуктивных органов, повышения функциональной активности кроветворной и иммунной систем, увеличения сохранности поголовья. Изучено влияние представленных препаратов на морфо-биохимический и иммунологический статус крови, яичную продуктивность и конверсию корма у кур-несушек. Проанализированы морфометрические и биохимические показатели и инкубационные качества яиц кур-несушек. Изучены химический состав мяса грудных и бедренных мышц, состояние метаболизма и процессов детоксикации в печени кур-несушек. Проведена производственная апробация, доказавшая экономическую целесообразность использования в составе рационов антиоксидантных препаратов «Карцесел» и «Липовитам бета». Сформулированы предложения производству. Книга содержит 26 иллюстраций, 22 таблицы и список использованной отечественной и иностранной литературы из 422 источников. Предназначена для специалистов птицефабрик, научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов аграрных вузов.