

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

9
2022



Продовольственная безопасность

Проблемы, риски и решения

12

Частная зоотехния

Эффективность применения
ассоциации пробиотиков в
рационах овец

37

Общее земледелие

Возможности и приоритеты
развития АПК Брянской
области

84

БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



9 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 362, номер 9, 2022

Volume 362, number 9, 2022

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

© журнал «Аграрная наука»
© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

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

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, Садовая-Спаская, 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 23.10.2022

Дата выхода в свет 28.10.2022

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

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-Спаская, 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

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

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

Баймуханов 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, Челябинская область, Россия.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

16+

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, Челябинская область, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

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.

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

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

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

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

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

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.

9 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 362, номер 9, 2022
Volume 362, number 9, 2022

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

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

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

Publisher:

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

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

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

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.

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, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

© 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: Poliakov 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 23.10.2022

Release date 28.10.2022

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

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

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

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

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

16+

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

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

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

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

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

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

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.

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.

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

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.

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ	8
НОВОСТИ ОТРАСЛИ	
Импортозамещение СЗР — реальность?.....	9
Андрей Клепач: «Россия может внести существенный вклад в решение проблемы бедности и голода в мире».....	10
Продовольственная безопасность: проблемы, риски, решения.....	12
Россия демонстрирует выдающиеся успехи в развитии экспорта продукции АПК.....	14
Российская аграрная наука: проблемы и перспективы.....	16
Иркутская область – лидер среди регионов России по объемам лесовосстановления.....	17
ФГИС «Зерно» вышла на промышленные обороты.....	18
ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА	
В интересах региона и агробизнеса ученые Брянского ГАУ разрабатывают и внедряют инновации.....	19
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
Черных Т.Ф., Лунегов А.М., Шульц А.В., Лунегова И.В., Флисюк Е.В. Изучение эффективности нового противогрибкового средства для лечения дерматофитозов животных.....	22
Устаров Р.Д., Алиев А.Ю., Кабардиев С.Ш., Магомедшапиев Г.М. Профилактический эффект препарата Сантомектин против псороптоза овец в равнинной зоне Республики Дагестан.....	26
Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В., Темербаева М.В. Качество молока коров-дочерей разных быков-производителей и оценка его пригодности к переработке.....	30
Романов В.Н. Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец.....	37
Курилкина М.Я., Рахматуллин Ш.Г., Дускаев Г.К. Влияние добавок гамма-окталактона на содержание химических элементов в мышцах и печени цыплят-бройлеров.....	42
Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Косян Д.Б., Русакова Е.А., Кван О.В., Левахин Г.И. Влияние совместного использования гамма-окталактона и хлортетрациклина в рационе бройлеров: живая масса, эффективность использования корма и микробиом слепого кишечника.....	47
Производственный опыт применения цыплятам-бройлерам кормовой добавки ПРОАКТИВ ПОУЛТРИИ на птицефабрике Сибирского региона.....	54
Надёжно, выгодно и... страшно!.....	56
Комбинированная протеаза в комбикормах.....	58
Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И. Влияние двух-трехпородного скрещивания молодняка разного пола и направления продуктивности на потребление и использование питательных веществ рационами.....	59
Харлап С.Ю., Горелик О.В., Сафронов С.Л., Гриценко С.А., Белококов А.А., Журавель В.В. Взаимосвязь продуктивного долголетия и воспроизводительных функций у коров.....	65
Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Чумаков В.Г., Морозов В.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И. Особенности обмена веществ у коров при скормливании в рационах энергетических добавок.....	69
АГРОНОМИЯ	
Мамиев Д.М. Оптимизированные схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания.....	74
Тиранов А.Б., Григорьев А.В. Влияние биологических приёмов в звене кормового севооборота на продуктивность и плодородие почвы.....	79
Сычёв С.М., Храменкова А.О., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н., Полухин А.А. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области.....	84
Шпилев Н.С., Сычев С.М., Ториков В.Е., Лебедево Л.В., Сычева И.В. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур.....	92
Андрюшина Н.Н., Белоус И.Н., Адамко В.Н., Поцепай С.Н., Мамеев В.В., Шаповалов В.Ф., Сычев С.М. Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве, в зависимости от применяемых средств химизации.....	98
Ториков В.Е., Мельникова О.В., Малякво Г.П., Осипов А.А., Дорных Г.Е., Сычев С.М. Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян.....	104
Мамеев В.В., Ториков В.Е., Никифоров В.М., Сычев С.М., Нестеренко О.А., Милехина Н.В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии на юго-западе Центрального региона России.....	112
Анищенко Л.Н., Поцепай С.Н., Справцев А.А., Васькина Т.И., Семышев М.В., Сычев С.М. Организация устойчивого управления лугами в Нечерноземной зоне Российской Федерации.....	120
Понажев В.П. Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве.....	126
Васькина Т.И., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М. Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России.....	131
Мельникова О.В., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Сальникова И.А., Малякво Г.П., Сычев С.М. Урожайность и аминокислотный состав зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов.....	137
Диабанкана Р.Ж.К., Чернов А.Н., Валидов Ш.З., Афорданы Д.М. Способность <i>Bacillus toyjavensis</i> PS17 к росту и синтезу экзогенных ферментов в условиях низких температур.....	143
Дьяченко В.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Мамеев В.В., Сазонова И.Д., Сычёв С.М. Влияние баковой смеси гербицидов на засоренность посевов и продуктивность яровой пшеницы.....	147
Надежная гербицидная защита сои — решения «Сингенты».....	151
Соколова Л.А., Васильева В.А., Слипцев А.А. Влияние световых параметров на выращивание микрозелени редьки масличной.....	154
Воронкова И.Р., Рзаева В.В. Роль прививки в продуктивности томата продленного оборота.....	157
Сычёва И.В., Сычёв С.М., Шпилев Н.С., Поцепай С.Н. Особенности выращивания столовой свеклы и моркови в условиях юго-западной части Центрального региона Российской Федерации.....	161
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Иванисова Е., Васильев А.К. Исследование антиоксидантных свойств обогащенных хлебобулочных изделий.....	167
Зинина О.В., Павлова Я.С., Ребезов М.Б., Чанов И.М., Николина А.Д., Нурымхан Г.Н. Разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами.....	173
ЦНСХБ	
Новости из ЦНСХБ.....	174

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY NEWS

Is import substitution of plant protection products a reality?	9
Andrei Klepach: "Russia can make a significant contribution to solving the problem of poverty and hunger in the world"	10
Food security: problems, risks, solutions	12
Russia demonstrates outstanding success in the development of exports of agricultural products	14
Russian agricultural science: problems and prospects	16
The Irkutsk region is the leader among Russian regions in terms of reforestation	17
FSIS "Grain" has reached industrial turnover	18

EDUCATION AND SCIENCE

In the interests of the region and agribusiness, scientists of the Bryansk State Agrarian University develop and implement innovations	19
--	----

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

<i>Chernykh T.F., Lunegov A.M., Shults A.V., Lunegova I.V., Flisyuk E.V.</i> Study of the effectiveness of a new antifungal agent for the treatment of animal dermatophytosis	22
<i>Ustarov R.D., Aliev A.Yu., Kabardiev S.Sh., Magomedshapiev G.M.</i> Preventive effect of the drug Santomectin against psoroptosis of sheep in the plain zone of the Republic of Dagestan	26
<i>Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Temebayeva M.V.</i> The quality of milk of cows-daughters of different bulls-producers and assessment of its suitability for processing ..	30
<i>Romanov V.N.</i> The effectiveness of the association of probiotics in the diets of sheep	37
<i>Kurilkina M.Ya., Rakhmatullin Sh.G., Duskaev G.K.</i> The effect of gamma-octalactone supplementation on the content of chemical elements in the muscles and liver of broiler chickens	42
<i>Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kosyan D.B., Rusakova E.A., Kvan O.V., Levakhin G.I.</i> The effect of the combined use of gamma-octalactone and chlortetracycline in the broiler diet: live weight, feed efficiency and the microbiome of the caecum	47
Production experience of using the feed additive PROAKTIV POULTRY for broiler chickens at a poultry farm in the Siberian region	54
Reliable, profitable and... scary!	56
Combined protease in animal feed	57
<i>Nikonova E.A., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I.</i> The influence of two- or three-breed crossing of young animals of different sexes and directions of productivity on the intake and use of dietary nutrients	59
<i>Harlap S.Yu., Gorelik O.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Belookov A.A., Zhuravel V.V.</i> Correlation of productive longevity and reproductive functions in dairy cows	65
<i>Mikolaichik I.N., Morozova L.A., Chumakov V.G., Morozov V.A., Safronov S.L., Kulmakova N.I.</i> Features of metabolism in cows fed with diets with energy supplements	69

AGRONOMY

<i>Mamiev D.M.</i> Optimized crop rotation schemes for the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania	74
<i>Tiranov A.B., Grigoriev A.V.</i> The influence of biological techniques in the feed crop rotation link on soil productivity and fertility	79
<i>Sychev S.M., Khranchenkova A.O., Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N., Polukhin A.A.</i> Opportunities and priorities for the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region	84
<i>Shpilev N.S., Sychev S.M., Torikov V.E., Lebedev L.V., Sycheva I.V.</i> Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops	92
<i>Andryushina N.N., Belous I.N., Adamko V.N., Potsepai S.N., Mameev V.V., Shapovalov V.F., Sychev S.M.</i> Yields and grain quality of winter rye cultivated on sod-podzolic radioactively contaminated soil depending on the applied means of chemicalization	98
<i>Torikov V.E., Melnikova O.V., Malyavko G.P., Osipov A.A., Dornyykh G.E., Sychev S.M.</i> Dependence of crop capacity and grain quality of winter triticale varieties on the level of mineral nutrition and seeding rates	104
<i>Mameev V.V., Torikov V.E., Nikiforov V.M., Sychev S.M., Nesterenko O.A., Milekhina N.V.</i> Crop capacity and grain quality of winter wheat varieties cultivated by intensive technology in the south-west of the Central region of Russia	112
<i>Anishchenko L.N., Potsepai S.N., Spravtsev A.A., Vaskina T.I., Semyshev M.V., Sychev S.M.</i> Organization of sustainable management of meadows in the Nonchernozem belt of the Russian Federation	120
<i>Ponazhev V.P.</i> Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production	126
<i>Vaskina T.I., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M.</i> Optimization of elements of forage sorghum cultivation in the south-west of the Central region of Russia	131
<i>Melnikova O.V., Torikov V.E., Belous I.N., Salnikova I.A., Maliavko G.P., Sychev S.M.</i> Yield and amino acid composition of grain varieties of spring barley, depending on the use of biological products	137
<i>Diabankana R.G.C., Chernov A.N., Validov S.Z., Afordanyi D.M.</i> The ability of <i>Bacillus mojavensis</i> PS17 to grow and synthesize exogenous enzymes at low temperatures	143
<i>Dyachenko V.V., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Mamaev V.V., Sazonova I.D., Sychev S.M.</i> The effect of tank mixture of herbicides on the contamination of crops and productivity of spring wheat	147
Reliable herbicidal protection of soybeans — syngenta Solutions	151
<i>Sokolova L.A., Vasileva V.A., Slipets A.A.</i> Influence of light parameters on the cultivation of oil radish microgreens	153
<i>Voronkova I.R., Rzyayeva V.V.</i> The role of grafting in the productivity of tomato of extended cycle	157
<i>Sychyova I.V., Sychyov S.M., Shpilev N.S., Potsepai S.N.</i> Features of growing red beet and carrot in the conditions of the south-western part of the Central region of the Russian Federation	161

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

<i>Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Ivanisova E., Vasiliev A.K.</i> Study of the antioxidant properties of enriched bakery products	167
<i>Zinina O.V., Pavlova Ya.S., Rebezov M.B., Chanov I.M., Nikolina A.D., Nurymkhan G.N.</i> Development and examination of a cracker enriched with dietary fiber	173

NEWS FROM CSAL

News from CSAL	174
----------------------	-----

РАСШИРЕНА ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СУБСИДИЙ ДЛЯ АГРОБИЗНЕСА

Правительство России расширило возможности получения субсидий для отечественного агробизнеса по нескольким направлениям. Так, размер возмещения расходов на создание и модернизацию селекционно-семеноводческих центров будет увеличен с 20 до 50%, что сократит срок окупаемости таких проектов почти вдвое, привлечет больше инвесторов и повысит долю семян российского производства на внутреннем рынке.

Предприниматели, вложившие средства в строительство и обновление предприятий по производству кормов для аквакультуры, смогут получить компенсации 20% затрат на эти проекты, – решение позволит в короткие сроки закрыть потребности рыбохозяйственного комплекса в необходимых кормах.

Весь комплекс мер начнет действовать со следующего года, подчеркнул премьер-министр РФ Михаил Мишустин. «Рассчитываем, что это поможет нарастить объемы производства в российском агросекторе», – отметил глава правительства.

(Источник: официальный Telegram-канал Правительства России)



РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ РАЗРАБАТЫВАЮТ ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АПК СТРАНЫ

В Саратовском государственном университете генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова разрабатываются инновационные решения для сельского хозяйства РФ. Об этом сообщил официальный Telegram-канал Минсельхоза России.

Агророботы для тепличного овощеводства, роботизированные оросительные системы, программное обеспечение – эти и многие другие современные решения для агропрома создают сотрудники университета.

Цифровые технологии применяют также при обучении студентов. В частности, будущие механизаторы оттачивают свои навыки на VR-тренажерах. А разработанная здесь система на основе дополненной реальности помогает проводить техосмотр сельхозтехники.

В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВЕТЕРИНАРЫ ПРОВЕЛИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКУЮ ОБРЕЗКУ КОПЫТ У КОРОВ

В Подмоскovie ветеринары провели обрезку копыт у коров для профилактики различных заболеваний (язв и дерматитов), сообщила пресс-служба Минсельхозпрода Московской области. В ведомстве отметили, что такие процедуры особенно полезны животным, долго находящимся в стойле.

«В течение 2022 года специалисты «Территориального ветеринарного управления № 5» провели семь выездов в К(Ф)Х региона, чтобы осмотреть и обработать копыта у более чем восьмидесяти животных», – проинформировал первый замминистра сельского хозяйства и продовольствия области Сергей Воскресенский.

(Источник: riato.ru)

ОТКРЫТ ПЕРВЫЙ В РОССИИ ВЕТЕРИНАРНЫЙ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

В Нижнем Новгороде на базе областной ветеринарной лаборатории открыт первый в РФ ветеринарный токсикологический центр, оснащенный высокотехнологичным комплексом оборудования, состоящего из газового трехквadrupольного масс-селективного детектора и системы пробоподготовки. Прибор необходим, прежде всего, ветврачам для постановки диагноза и определения противоядия, чтобы экстренно оказать первую детоксикационную помощь животному, а также судебно-ветеринарным экспертам для определения ядов и метаболитов при выяснении причин гибели животного в рамках следственных и судебных мероприятий. Кроме того, оборудование позволяет проводить скрининговые исследования пищевой продукции на наличие остатков лекарственных веществ.

Открытие ветеринарного токсикологического центра является важным этапом в развитии ветслужбы, отметил вице-губернатор региона Андрей Саносян. Центр позволит увеличить точность и количество исследований, сократить их сроки, улучшить качество проводимых анализов. Его планируется использовать как для проведения лабораторных анализов, так и для обучения студентов ветеринарного направления сельхозакадемии, подчеркнул вице-губернатор.

(Источник: официальный сайт Правительства Нижегородской области)

В СТАВРОПОЛЬСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ОТКРЫТА ЛАБОРАТОРИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В рамках реализации проекта «Приоритет 2030», на кафедре землеустройства и кадастра СтГАУ создана лаборатория «Точного земледелия».

Современное оборудование и программное обеспечение, которыми оснащена лаборатория (при поддержке ректората), а также применение беспилотника позволит специалистам в кратчайшие сроки производить мониторинг земель сельскохозяйственного назначения на больших территориях с высокой точностью.

Как сообщили в СтГАУ, в настоящее время сотрудники лаборатории выполняют научно-исследовательскую работу «Цифровизация технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур на основе комплексного агрохимического и эколого-токсикологического обследования почв в системе точного земледелия в условиях учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ» в рамках «Приоритет 2030».

(Источник: официальный сайт СтГАУ)



**Подпишитесь
на наш Telegram канал!**

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СЗР — РЕАЛЬНОСТЬ?

Журнал «Аграрная наука» при поддержке группы компаний «Шанс», одного из лидеров отечественного рынка средств защиты растений (СЗР), открывает экспертную рубрику, которая поможет ориентироваться в многообразии и новинках отрасли, познакомит с проблематикой использования СЗР, с новейшими технологиями и тенденциями. В рубрике «Три вопроса эксперту» приглашенный специалист из ГК «Шанс» дает блиц-ответы на три вопроса по заявленной тематике.



Первый выпуск рубрики посвящен ситуации с импортозамещением в сфере производства и применения СЗР в России. Наш сегодняшний эксперт – Василий Соннов, продакт-менеджер ГК «Шанс».

1 Как складывалась ситуация на рынке СЗР в начале 2022 г.?

В первые месяцы года на российском рынке средств защиты растений наблюдалось некоторое напряжение в связи со сложностями в поставках действующих веществ из Китая, а позднее — по причине геополитических изменений и санкционной политики ряда государств.

Это привело к необходимости срочной перестройки не только логистики, но и отношения к импорту.

2 В настоящее время российские аграрии обеспечены СЗР?

В сложный момент отечественные компании сумели быстро оценить ситуацию и оперативно на нее отреагировать. Конечно, пока действующие вещества в России не производятся, но уже активно идет подготовительная работа на всех уровнях (от госструк-

тур до компаний-производителей) в этом направлении. На сегодняшний день на примере нашей компании могу сказать, что ситуация стабильная: производство наращивает обороты, идет регистрация и разработка новых препаратов. Так, в 2022 г. мы выпустили 15 новых востребованных аграриями России препаратов. В следующем году также запланирован выход ряда новинок, среди которых как СЗР, так и микроудобрения. Знаю, что наши коллеги также сумели подстроиться под новые условия. Аграриям можно не волноваться — российский рынок в настоящее время обеспечен нужными средствами, как для защиты растений, так и для повышения урожайности.

3 Какие новинки в скором времени могут появиться на рынке?

Нынешние условия стали катализатором для развития научного направления в отрасли СЗР. Стало ясно, что российские производители должны сами разрабатывать уникальные препараты. Если говорить о нашей компании, то сегодня ГК «Шанс» делает следующий шаг в развитии и разрабатывает препараты, не имеющие аналогов в России. Таким образом, компания выходит на новый уровень — производителя уникальных средств защиты растений. На регистрации сейчас находятся новые продукты с оригинальными высокоэффективными формуляциями, разработанными нашими учеными. Среди новинок, уже вышедших в 2022 г., значительную часть составляют препараты для спекультр: садов, виноградников, картофеля. Здесь мы ориентируемся на потребности рынка, который при поддержке государства активно развивает именно эти направления растениеводства. При этом для изготовления препаратов используются действующие вещества с

О компании

ГК «Шанс» на рынке СЗР с 2004 г. Входит в пятерку федеральных лидеров отрасли. Это современная торгово-производственная компания с одним из самых крупных заводов в Европе по выпуску ХСЗР. В марте 2022 г. завод «Шанс Энтерпрайз» был включен в перечень системообразующих предприятий российской экономики.

Тел.: 8 (800) 700-90-36,
shans-group.com

максимально доступной чистотой от ведущих мировых производителей. Это важный момент, так как именно чистота действующего вещества является одним из определяющих факторов эффективности СЗР. Для сельхозпроизводителей особенно важно, чтобы препараты работали так, как заявляет производитель — эффективно боролись с сорняками, вредителями и болезнями, а также были безопасны для растений и позволяли получить здоровый урожай.

Поэтому при выборе СЗР аграриям необходимо обращать внимание: — на стабильность формуляций препаратов (использование действующих веществ с максимальной чистотой, оригинальные рецептуры, стабильность рабочих растворов в баковых смесях);

— отсутствие фитотоксичности (гарантия безопасности при соблюдении регламентов, достаточный запас прочности рецептуры при неправильном применении);

— биологическую эффективность (работа препарата в сложных условиях применения и неизменность эффективности из года в год).

В итоге, нужно помнить, что вы покупаете не «имя» препарата, а его эффективность.

Генеральным партнером завода-производителя «Шанс Энтерпрайз» по реализации продукции на территории РФ является ООО «Шанс Трейд».

В следующем номере читайте об итогах агросезона и прогнозах востребованности СЗР на 2023 г.

АНДРЕЙ КЛЕПАЧ: «РОССИЯ МОЖЕТ ВНЕСТИ СУЩЕСТВЕННЫЙ ВКЛАД В РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕДНОСТИ И ГОЛОДА В МИРЕ»

Перспективы развития агропродовольственных рынков с акцентом на Россию обсудили участники конференции «Agro Outlook Russia 2022: Среднесрочный прогноз для аграрных рынков». Организаторами мероприятия, прошедшего 16.09.2022, выступили Институт аграрных исследований НИУ ВШЭ и информационно-аналитический портал Agrotrend.ru.



За последние десятилетия для отечественного агробизнеса стала весьма актуальной тема среднесрочного прогнозирования мировых агропродовольственных рынков, отметил в ходе своего онлайн-выступления на конференции директор отделения Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) для связи с Россией Олег Кобяков. Он уточнил, что около трети продукции в год, — а в ряде подотраслей и более половины, — до недавнего времени реализовывались через каналы международной торговли. «В 2022 году вновь выросли масштабы мирового голода, что отражает растущие неравенства внутри стран и между ними. Ныне на планете от голода страдают 828 млн человек, или на 46 млн человек больше по сравнению с 2020 годом и на 150 млн больше, чем в доковидный 2019 год. В 2021 году с отсутствием доступа к безопасной питательной пище в умеренной или в тяжелой форме стол-

кнулись около 2,3 млрд жителей планеты (на 350 млн человек больше, чем в 2019 году)», — сообщил Олег Кобяков. В результате продовольственной инфляции, обусловленной экономическими последствиями пандемии, здоровые пищевые рационы стали недоступны для более 3 млрд людей. Помимо этого, пандемия COVID-19, несмотря на ее затухание, продолжается, что существенно усугубляет ситуацию, как и военная спецоперация на Украине и более дюжины других крупных конфликтов и чрезвычайных гуманитарных ситуаций в мире, добавил эксперт. Мировое потребление продовольствия, по данным июньского десятилетнего сельскохозяйственного прогноза ОЭСР-ФАО, будет в среднем расти на 1,4% в год. «И в основном за счет роста населения. При этом прирост производства в агро-секторе не превысит 1,1%, — отметил спикер. — Таким образом, будут продолжать увеличиваться «ножницы» между производством и потреблением».

К 2050 году потребуется нарастить сельскохозяйственное производство минимум на 70%, чтобы прокормить население планеты, которое к тому времени достигнет 9 млрд человек, пояснил Олег Кобяков. «Важнейшими движущими силами роста сельского хозяйства в этом докладе названы расширение доступа к средствам производства, а также инвестиции в технологии, инфраструктуру и профессиональную подготовку. Однако длительный рост цен на энергоносители и другие вводимые ресурсы, — прежде всего, удобрения, — приведет к повышению затрат и будет сдерживать, как ожидается, рост продуктивности и объема производства», — заключил он. По прогнозу, чтобы мир смог достичь целей устойчивого развития (ЦУР) по лик-





видации голода, за десять лет средняя продуктивность сельского хозяйства должна вырасти на 28%, что более чем в три раза превышает ее рост за прошлое десятилетие, добавил спикер.

«Для решения краткосрочных и среднесрочных проблем продовольственной безопасности нам жизненно важно обеспечить бесперебойную работу глобальной торговли и рынка. Военно-политические события уходящего года (и предпринятые многими странами меры реагирования на них) поставили под угрозу всю систему справедливого международного разделения труда, вызвав кризис в беспрецедентных масштабах, который задел, в первую очередь, энергетический и продовольственный сектор. Россия, как не раз за последние столетия, вновь оказалась в водовороте этих событий», — сказал Олег Кобяков. Динамика развития сельского хозяйства РФ будет в значительной степени определять перспективы выхода из текущего мирового кризиса, резюмировал представитель ФАО.

Завотделом исследований аграрных рынков Института аграрных исследований НИУ ВШЭ Наталья Карлова представила прогноз ОЭСР и ФАО на 2022–2031 годы. Спикер отметила, что экспорт российской продукции необходимо ориентировать на страны с относительно высокими темпами роста численности населения (Ближний Восток и Северную Африку, Индию, страны Африки к Югу от Сахары), которые будут стимулировать рост спроса на продовольствие в ближайшие десять лет. Экспорт животноводческой продукции следует ориентировать на страны с высокими темпами роста доходов на душу населения (Индию, Китай, Юго-Восточную Азию), добавила она. В своей презентации эксперт отметила, что эволюция глобального потребления в сторону продукции животного происхождения требует перестройки товарной номенклатуры российского экспорта. По данным спикера, ожидаемое повышение эффективности производства в мировом сельском хозяйстве, — и прежде всего в растениеводстве, — требует роста производительности в российском АПК для усиления своих конкурентных позиций на мировых рынках.

По прогнозу института ВЭБ, в 2022 году производство сельхозпродукции в РФ вырастет на 4,9% за счет рекордного урожая пшеницы (и близкого к рекорду урожая зерновых) и наращивания производства животноводческой продукции, отметил главный экономист, председатель Попечительского совета ВЭБ.РФ Андрей Клепач. По его мнению, сельское хозяйство, несмотря на зависимость от погодных и климатических условий,

сохраняет более высокую устойчивость в отличие от других секторов экономики.

«Наша оценка роста на текущий год — почти 5%, в 2023 году, скорее всего, тоже минуса не будет, — сообщил экономист. — И дальше село может расти быстрее. Но это имеется в виду АПК, включая пищевую промышленность». Прогнозы аналитиков по сбору пшеницы — порядка 100 млн т, потенциал экспорта в целом зерновых — около 60 млн т, несмотря на пошлины и усилия правительства ограничить экспорт, отметил эксперт. Проблема в том, куда мы сможем экспортировать продукцию, добавил спикер. «В Европу нам путь закрыт. Традиционные покупатели зерна — Ближний и Средний Восток, Северная Африка — вряд ли увеличат в разы закупки. Существенно нарастить поставки в Китай и Юго-Восточную Азию будет достаточно сложно», — пояснил он.

В прошлом году экспорт отечественных продовольственных товаров впервые превысил импорт, и наша страна стала нетто-экспортером продовольствия, однако в среднесрочной перспективе экспорт с точки зрения объемов производства вряд ли может быть ключевым драйвером сельскохозяйственного производства, отметил эксперт. «Хотя потенциально, в долгосрочке, Россия может внести существенный вклад в решение проблемы бедности и голода в мире», — резюмировал он.

Что касается роста мировых цен на продовольствие, то, согласно презентации спикера, с конца 2020 года он резко ускорился. Этому способствовал основной фактор — повышение спроса в странах Азии (особенно в КНР), а, кроме того, существенный рост ликвидности в мировой экономике. Отношение запасов продовольствия к его производству, по данным ФАО, также сократилось. По прогнозу Института ВЭБ, в конце текущего года возможно возобновление роста мировых цен на продовольствие, связанное с ухудшением прогнозов по сборам зерновых культур в основных производящих регионах (кроме РФ), и уровень цен в 2023 году может сохраниться на уровне 2022 года. В целом, возврат мировых цен к значениям 2020 года маловероятен, заключил Андрей Клепач.

Ю.Г. Седова



ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ, РИСКИ, РЕШЕНИЯ

Актуальные задачи, стоящие перед отечественным АПК, обсудили участники пленарной агроэкономической конференции «Развитие агропромышленного комплекса России в условиях санкций: риски, возможности, перспективы». Мероприятие, организованное Вольным экономическим обществом России, Секцией экономики, земельных отношений и социального развития села ОСХН РАН, ВИАПИ имени А.А. Никонова и ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, состоялось в рамках МАЭФ – 2022 «Россия: проблемы и вызовы глобальной трансформации XXI века».



Высокую заинтересованность и активную дискуссию участников конференции вызвал доклад ведущего научного сотрудника Института экономики РАН, руководителя Группы анализа текущих экономических проблем ИМЭМО имени Е.М. Примакова РАН, к.э.н. Б.Е. Фрумкина на тему «Экологизация продовольственных систем и продовольственная безопасность Евросоюза».

Приоритетом аграрной стратегии ЕС и реализующей ее Общей сельскохозяйственной политики (ОСП) было повышение продуктивности сельскохозяйственного производства для обеспечения «коллективной» самообеспеченности продовольствием при приемлемых доходах фермеров и «разумных» ценах для населения, отметил спикер. Благодаря такому курсу ЕС удалось стать одним из гарантов мировой продовольственной обеспеченности, особенно зерном, мясом, молокопродуктами. Так, в 2021 году 11 из 27 стран Евросоюза были среди 20 мировых государств с наиболее высоким значением Глобального индекса продбезопасности. При 5% площади сельскохозяйственных земель, 6% населения мира и менее 3% числа занятых ЕС обеспечивал 12% глобальной валовой сельхозпродукции. В натуральном выражении региональное производство в Евросоюзе покрывало потребление по пшенице на 127%, основным видам мяса — на 105–126%, молокопродуктам — на 110–191%. Его агропродовольственный экспорт в 1,5 раза превышал импорт, составляя около 13% мирового вывоза. В то же время все более обременительными становились слабые стороны системы продбезопасности ЕС, прежде всего, — негативный эко-климатический эффект (7–9% выбросов парниковых газов сельским хозяйством и потерь продовольствия в мире; деградация водно-земельных ресурсов, ежегодно стоившая десятки миллиардов евро Союзу). А

также — чрезмерная зависимость от импорта ряда агропродовольственных (растительных масел, белковых кормов) и промышленных (минудобрений, пестицидов и сырья для них, энергоресурсов) средств производства, и, помимо этого, от устойчивости международных торгово-логистических цепочек в агропродовольственной сфере. Новая аграрная стратегия «От фермы до стола (ОФДС)», принятая в 2020 году, декларировала при поддержке достаточно высокого уровня продбезопасности радикальное снижение эко-климатического «следа» национальных продсистем. В частности, сокращение ввоза агрохимикатов, а также белковых и масличных культур, — их экспорт третьими странами приводит к вырубке в них лесов и снижению биоразнообразия. Однако в ОФДС и новом варианте реформы ОСПЕС продовольственная безопасность стала, по сути, лишь одной из стратегических целей, пояснил эксперт. А фактически, по его мнению, данные документы подчиняют обеспечение продбезопасности суперприоритету — вкладу АПК в превращение Евросоюза к 2050 году в первый климатически нейтральный регион мира. С этой целью к 2030 году в среднем по ЕС намечено вывести из сельхозоборота 10% площадей, довести долю органического земледелия до 25% площадей (при нынешней доле в 9%), повысить обязательные экостандарты субсидирования, в том числе по севообороту и выделению части земель под экологически приоритетные зоны, ввести добровольные жесткие «эко-схемы» хозяйствования для ферм. А также — снизить на 20% применение минудобрений и на 50% — пестицидов. Кроме того, сократить на 50% продажи антимикробных препаратов для животноводства. Компенсировать это должно внедрение инновационных — цифровых, биологических и прочих — технологий, причем без конкретизации путей

обеспечения ими фермеров и без реального роста их поддержки из бюджета ЕС. Такой политизированный, недостаточно учитывающий реалии подход вызвал обеспокоенность опасения неизбежного спада в отрасли сельхозпроизводства, оцениваемого экспертами Еврокомиссии (ЕК) в 5–15%, а иногда в 20% при росте продовольственных цен в 10%, резюмировал докладчик.

Весь процесс «перестройки» контролируется ЕК, которая дает странам рекомендации по содержанию национальных стратегических планов трансформации их продсистем, а затем контролирует выполнение, применяя санкции за нарушения. Еврокомиссия определяет общий набор требований и инструментов «эко-климатической коррекции» ОСП, курируя их финансирование из бюджета Евросоюза. Причем ЕК, не допуская существенных отклонений от утвержденных единых принципов и подходов, оставляет определенную самостоятельность странам в их реализации, исходя из местных условий. Используя эту возможность, страны осторожно отнеслись к подготовке проектов планов по срокам и по содержанию: треть из них не представили проекты в срок (до 31.12.2021), а все проекты были получены ЕК лишь в середине марта текущего года, отметил спикер.

Нарушение сроков во многом было обусловлено изменениями ситуации в национальной и региональной продовольственной безопасности, пояснил эксперт. Сильное удорожание с середины прошлого года импортируемых Евросоюзом агропродовольственных товаров, газа и нефти повысило издержки сельхозпроизводства: в растениеводстве резко возросли расходы на наиболее массовые азотные удобрения (рост цен импортного газа привел к закрытию или сокращению их производства на 1/3 заводов в ЕС), а в животноводстве — на белковые корма. В январе текущего года покрытие экспортом импорта продукции АПК ЕС снизилось до 125%. Продовольственная инфляция за период с февраля 2021 года по февраль 2022 года приблизилась к рекордным для Евросоюза 6%. В результате, Венгрией и Польшей (где инфляция превысила 8%) введены с 01.02.2022 меры по регулированию потребительских продовольственных цен. Эта ситуация также отразилась на содержании большинства проектов планов, оцененных ЕК как недостаточно акцентирующие новые эко-климатические направления, в том числе применение возобновляемых источников энергии, «неамбициозные». Согласно этим проектам, «коллективная» доля органического земледелия в ЕС к 2030 году может достичь лишь 18% площадей. Кроме того, только

20% предложенных странами экосхем полностью соответствуют требованиям Еврокомиссии, а большинство из них хотели бы отложить введение или смягчить ряд новых экостандартов (по севообороту, восстановлению водно-болотных угодий) и освободить от них некоторые виды хозяйств.

«Первое столкновение ОФДС с реальностью подтвердило правоту сдержанности стран при разработке национальных стратегических планов», — заключил спикер. Специальная военная операция на Украине и антироссийские санкции Запада этой весной нарушили сложившиеся цепочки поставок, в рамках которых Украина и РФ покрывали более 40% импорта ЕС зерна и подсолнечного масла, а также около 30% удобрений и существенную часть моторного топлива, пояснил он. Ускорившийся рост издержек в сельском хозяйстве усилил в ряде стран Евросоюза продовольственную инфляцию.

Рост мировых агропродовольственных цен и ухудшение продовольственной ситуации в 53 наиболее уязвимых странах мира заставили ЕК отступить от принципов новой стратегии. В марте 2022 года для компенсации потерь фермеров (особенно малых и средних) были, в частности, разрешены дополнительные выплаты из бюджета ЕС и стран на общую сумму 1,5 млрд евро и авансовые выплаты прямых субсидий без акцента на точное соблюдение нынешних экостандартов, особая помощь наиболее пострадавшему свиноводству, засев продовольственными и кормовыми культурами (в том числе с применением пестицидов) ранее выведенных в залежные земель. В апреле этого года фермерские организации трети стран ЕС призвали отложить на год реализацию всех ограничивающих производство мер ОФДС. В мае эту позицию фактически поддержали представители основных фракций в аграрном комитете Европарламента. Еврокомиссии предложили рассмотреть возможность временных отступлений от одобренных в рамках новой стратегии мер по экологизации субсидирования фермеров для противодействия «глобальной нехватке продовольствия и внесения вклада в продовольственную безопасность» Евросоюза и мира. Таким образом, фактически подтверждена необоснованность политизированного энвайронментализма новой аграрной стратегии ЕС и необходимость более сбалансированной и длительной «зеленой трансформации» продовольственных систем с достаточным акцентом на рост их продуктивности, реально обеспечивающий продовольственную автономию Евросоюза, подытожил эксперт.

Ю.Г. Седова



РОССИЯ ДЕМОНСТРИРУЕТ ВЫДАЮЩИЕСЯ УСПЕХИ В РАЗВИТИИ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ АПК

Актуальные проблемы развития экспорта в текущих геополитических условиях обсудили отраслевые эксперты и представители аграрного бизнеса на пресс-конференции «Новая реальность: российский экспорт и глобальные вызовы», состоявшейся на площадке ТАСС 26.10.2022. Провел мероприятие Федеральный центр «Агроэкспорт» Минсельхоза России.

В 2022 году экспорт продукции АПК, несмотря на сложности и ограничения, продолжает динамично развиваться, демонстрируя рост практически по всем продуктовым группам, отметил руководитель «Агроэкспорта» Дмитрий Краснов. В частности, примерно на 30% возрос экспорт масложировой продукции. По данным эксперта, РФ не только остается на традиционных рынках, но и выходит на новые рынки, необходимость в которых возникает только для ограниченного вида продукции, попавшей под прямые санкции Евросоюза и США (прежде всего, это ряд кормовых культур и некоторые виды рыбы). В числе стран, с которыми Россия сегодня активно работает, — Турция, Китай, Казахстан, а также страны Персидского залива и Северной Африки.

По мнению спикера, наша страна демонстрирует выдающиеся успехи в развитии экспорта продукции агропрома, — за последние десять лет аграрный экспорт в России вырос в три раза. «Мы занимаем первое место по экспорту пшеницы и мороженой рыбы, второе — по поставкам подсолнечного масла, третье — по поставкам ячменя и рапсового масла, входим в число крупнейших поставщиков соевого масла и кукурузы. За десять лет объем экспорта мяса вырос в 26 раз, в стоимостном выражении — в 46 раз, составив в прошлом году 1,2 миллиарда долларов», — сказал он. Порядка 16% всей производимой в стране продукции отправляется на экспорт, причем для некоторых видов продукции эта цифра еще выше, — Россия направляет за рубеж 53% производимого масла и 43% пшеницы, сообщил эксперт. Рентабельность оказывается значительно выше в тех новых проектах, где закладывается экспортная составляющая, которую надо сохранять и наращивать (чтобы АПК выживал), уточнил он.



«Мы создаем большое количество информационно-экспертных, аналитических продуктов, одними из которых являются экспортные гиды, — сообщил руководитель «Агроэкспорта». — Это продукты, созданные при участии коллектива международных и лучших российских экспертов. Мы их называем «библиотекой экспортера». На сегодняшний день выпущено 87 таких справочников (построенных по принципу «продукт — страна» и охватывающих 33 страны и 32 продукта), предоставляющих подробную информацию об организации экспорта конкретного продукта в определенную страну. В частности, они информируют о динамике интересующего рынка, требованиях компетентных органов, потребительских предпочтениях, вопросах защиты интеллектуальной собственности, логистике, а также о мерах господдержки. «Таким образом, это не просто справочник с общей информацией, а практическое руководство для наших экспортеров к действию, — резю-





мировал Дмитрий Краснов. — Международная практика, международный опыт показывают, что (особенно в тяжелых условиях) компетенции, коммуникации, знания являются той силой, которая может способствовать преодолению всех этих трудностей».

По опыту последних трех лет можно сказать, что этих справочников вполне достаточно компании при принятии решения о выходе или не выходе на выбранный рынок, отметил исполнительный директор Ассоциации предприятий кондитерской промышленности «Асконд» Вячеслав Лашманкин. «Компания, которая думает о выходе на экспорт, может, не инвестируя значительных собственных ресурсов, взять справочник, внимательно его изучить и понять ситуацию на рынке», — пояснил он. По данным эксперта, на текущий момент по кондитерским изделиям создано 12 экспортных гидов, с помощью которых, в том числе, существенно выросло число компаний-экспортеров в отрасли (с примерно 20 в 2019 году до 180 в 2021 году).

Созданная «Агроэкспортом» информационная база помогает бизнесу принять грамотные, правильные решения, при этом не инвестируя в них существенные финансовые средства, что особенно актуально для предприятий малого и среднего бизнеса, отметил гендиректор Национального союза производителей молока (Союзмолоко) Артем Белов. Перспективы мирового молочного рынка огромны, что касается отечественной молочной продукции, то в настоящее время ее поставки осуществляются в 63 страны мира, отметил эксперт. По его данным, объем экспорта в 2021 году превысил 500

млн долл. и планку в 1 млн т, и в 2022 году, предположительно, будет не ниже этого уровня, во многом благодаря различным мерам господдержки. «Серьезное укрепление рубля, которое мы сейчас видим, несколько затормозило объем экспорта, — сказал спикер. — Вместе с тем, я думаю, что по итогам года как минимум объемы не будут снижены. Я думаю, что здесь у нас потенциал сохранится».

У России имеются все возможности и ресурсы для развития молочной отрасли, заключил эксперт.

Одна из самых перспективных отраслей в мясном направлении — производство говядины, отметил руководитель Национальной мясной ассоциации Сергей Юшин. По его мнению, потенциал поставок этой продукции для российских производителей в ближайшие десять лет оценивается в 200 тыс. т на сумму не менее 1 млрд долл. в год. На сегодняшний день основное ограничение — отсутствие доступа на ключевые рынки для определенных видов мяса, сообщил спикер. Если в целом все виды мяса РФ поставляет почти в 60 стран мира, то, например, для такой отрасли как свиноводство закрыты три ключевых рынка — Китай, Южная Корея и Япония, отметил он. «Неблагоприятная ситуация с болезнями животных, прежде всего с африканской чумой свиней (АЧС), пока не дает обоснованной надежды на то, что эти рынки откроются. Между тем, если бы они открылись, в ближайшие годы мы могли бы на сотни тысяч тонн увеличить экспорт свиноводческой продукции», — пояснил эксперт.

Экспорт мяса птицы в текущем году, — несмотря на санкции и сложную геополитическую ситуацию, — вырос более чем на 30%. В том числе, это обусловлено ростом внутреннего производства, отметил гендиректор Национального союза птицеводов Сергей Лахтюхов. «То есть более чем на 5% за восемь месяцев выросло наше производство мяса птицы на территории Российской Федерации», — сообщил спикер. По его мнению, экспорт является сегодня наиболее эффективным и совершенным механизмом поддержания экономической деятельности отечественных птицефабрик, обеспечивая комфортные цены на внутреннем рынке и давая нашим предприятиям возможность дальнейшего развития и привлечения инвестиций в секторе. «Мы должны экспортировать до 500 тысяч тонн мяса птицы в год», — заключил эксперт.

Президент Ассоциации предприятий глубокой переработки зерна Олег Радин заострил внимание на необходимости возобновить экспорт аминокислот, обратившись с просьбой к руководителю «Агроэкспорта» оказать содействие в решении данного вопроса. Эксперт напомнил, что Правительством РФ принято решение о временном запрете экспорта ряда аминокислот, в том числе лизина, с 1 июля до конца 2022 года. В результате, предприятия лишены возможности продать излишки продукции на международном рынке, пояснил он. «Все, что зависит от нас, мы сделаем, конечно, свою экспертную оценку дадим», — заверил Дмитрий Краснов. Экспорт этой продукции чрезвычайно перспективен, подытожил глава «Агроэкспорта».



Ю.Г. Седова

РОССИЙСКАЯ АГРАРНАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ведущие эксперты обсудили ключевые вопросы развития отечественной аграрной науки в условиях новой геополитической реальности и беспрецедентных санкций против РФ со стороны недружественных стран в рамках конференции на тему «О совершенствовании деятельности Отделения сельскохозяйственных наук РАН и актуальных направлениях научно-технологической политики в сельском хозяйстве». Мероприятие прошло в ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева 07.09.2022 в гибридном формате.

Сегодня сложились невиданные ранее благоприятные обстоятельства для развития нашей аграрной науки, с учетом ее великой и особой миссии, отметил директор ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, академик РАН Андрей Иванов в ходе своего выступления на конференции. По мнению академика, именно сейчас стало ясно, что принятый ранее курс на импортозамещение как ответ на санкции коллективного Запада (которые окончательно разрушили либертарианский миф о международном разделении труда и кооперации) был шагом верным. «Обеспечение собственной продовольственной безопасности становится доминантой, — сказал он. — Товарному продовольствию реально предоставлен шанс стать основным конвертируемым активом и альтернативой даже энергоносителям, обеспечивая вес на международном уровне и стабильность внутри страны». На сегодняшний день наш инновационный продукт в части сохранения и умножения генетических ресурсов, новых программ селекции, ориентированных в том числе на развитие отечественного бизнеса, создание новых систем проектирования сельскохозяйственных ландшафтов, обоснование политики технологической модернизации, внедрение геномной селекции, в том числе для улучшения генофонда сельскохозяйственных животных, повышение энергоэффективности кормов, новые биологические препараты, продукты питания по значимости вклада в обороноспособность и укрепление международного суверенитета России сопоставим с продукцией, сходящей с конвейера военно-промышленного комплекса, заключил ученый.

Без поддержки научного сообщества нам не преодолеть существующие вызовы и риски в обеспечении как продовольственной безопасности, так и оборонной безопасности страны, отметил председатель Комитета ГД РФ по аграрным вопросам, академик РАН Владимир Кашин. «Бесспорно, благодаря огромному труду крестьянства, центрального Штаба, в последние годы удалось добиться высоких результатов. Если в 2010 году мы получили 60 миллионов тонн зернобобовых, то на сегодняшний день у нас намолочено 125 миллионов тонн (и еще предстоит убрать 24% посевной площади). В сумме с кукурузой мы выходим в этом году на урожай в 145 миллионов тонн! Выдающийся результат, но у нас ведь есть еще и резервы», — резюмировал академик. Он заострил внимание на кадровом вопросе, — необходимости привлечения в сельскохозяйственную отрасль молодых специалистов. «Вопросы увеличения финансирования вузов, укрепление социального пакета молодых ученых, включая стипендии, остро стоят на повестке дня», — сообщил Владимир Кашин.



Для развития современной аграрной науки необходимо использовать наиболее передовые достижения во многих научных областях, — от биологии и химии до математики и IT, — и модель Российской академии наук позволяет организовать такой продуктивный процесс, отметил президент РАН, академик РАН Александр Сергеев. Спикер напомнил коллегам, что выдающийся русский и советский физик, один из создателей советской физической школы, академик А.Ф. Иоффе рассматривал сельское хозяйство в качестве приоритетной области для внедрения достижений физики. Он руководил Агрофизическим институтом дольше, чем Физико-техническим институтом (ФТИ РАН), который сейчас носит его имя, добавил академик. Александр Сергеев сделал акцент на необходимости более активного взаимодействия научного сообщества и сектора агробизнеса. «Мы должны использовать все механизмы, в том числе и те, которые разрабатываются на наших законодательных площадках, чтобы как можно скорее выстроить этот мостик — между наукой и бизнесом», — добавил ученый.

Следует сконцентрировать все усилия парламентариев, исполнительной власти и научной среды на выполнение самого главного показателя — повышении эффективности труда в сельском хозяйстве, отметил заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин. «А мы — как законодатели — готовы на федеральном уровне помочь, чтобы в федеральные законы внесли необходимые изменения для того, чтобы консолидировать науку в единый центр, и этот центр смог бы наиболее злободневные вопросы повышения эффективности труда грамотно, по-научному реализовать», — подытожил сенатор.

Ю.Г. Седова

ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ – ЛИДЕР СРЕДИ РЕГИОНОВ РОССИИ ПО ОБЪЕМАМ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

На расширенном заседании Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию состоялось обсуждение актуальных вопросов развития АПК и продбезопасности, а также сохранения природных ресурсов Иркутской области.

Одним из главных наших богатств является лес, отметил губернатор Иркутской области Игорь Кобзев, выступая на заседании. Лесной фонд региона составляет почти 70 млн га — 9% от общероссийского. Лесами занято практически 83% территории области (одной из крупнейших в России по площади лесов). Общий запас древесины — 8,6 млрд м³. «Работа в этой отрасли нами выстроена по четырем базовым направлениям», — сообщил губернатор. В их числе — глубина переработки и увеличение налоговой отдачи с каждого кубометра заготовленной древесины. В результате, в 2021 году общий объем налоговых поступлений по всему лесному комплексу региона в консолидированный бюджет области вырос в 2,86 раза по отношению к 2020 году, составив 13,3 млрд руб., став рекордным за всю историю области. За первое полугодие текущего года объем поступления налоговых платежей от деятельности лесной промышленности в областной бюджет составил 7,2 млрд руб. или 173,9% к аналогичному прошлогоднему периоду (4,2 млрд руб.). Следующее направление — это борьба с незаконными рубками, результатом которой стало пресечение деятельности крупных организованных преступных групп и кратное снижение нелегальной заготовки, по сравнению с 2016–2018 годами. В 2021 году, по сравнению с предшествующим годом, объем незаконных рубок снизился в 2,5 раза. В первом полугодии 2022 года тенденция на снижение усилилась. Число случаев незаконных рубок, по сравнению с тем же периодом прошлого года, снизилось на 73%, а объема — на 47%.

Одной из ключевых задач Правительства Иркутской области является борьба с лесными пожарами, — для ее решения в 2022 году создано дополнительно 4 новых авиаотделения базы авиационной охраны лесов, увеличена штатная численность парашютно-десантной пожарной службы и на 35% увеличена заработная плата лесных пожарных, отметил Игорь Кобзев. Проведена модернизация материально-технической части учреждений, на боевое дежурство поставлено 84 единицы новой техники и оборудования. «В этом году площади лесных пожаров по сравнению со средними пятилетними значениями снизились почти в четыре раза», — сообщил губернатор. По его данным, 83,2% всех лесных пожаров удалось ликвидировать в течение суток после обнаружения, на 34% увеличилась зона применения авиационных сил и средств (с 40,1 млн га до 53,5 млн га).

Глава региона отметил, что в действующем законодательстве имеется неопределенность в вопросе обязанностей арендатора в части тушения лесных пожаров на соответствующем лесном участке. «Считаем необходимым дополнить Лесной кодекс прямым указанием об обязанности арендаторов тушить пожары на арендованных лесных участках», — сказал он. — Также наш законопроект предусматривает и ответственность арендаторов. Так, в случае недостаточности (систематической недостаточности) принятых мер по тушению лесных пожаров в границах арендованных земель лесного фонда договор аренды лесного участка может подлежать



досрочному расторжению». Игорь Кобзев отметил, что это предложение поддержала вице-премьер Российской Федерации Виктория Абрамченко. «Конечно, при рассмотрении данного вопроса мы рассчитываем на поддержку законодателей верхней и нижней палат Федерального Собрания», — резюмировал он.

Глава региона акцентировал внимание на необходимости модернизации элементов всех видов инфраструктуры в районе озера Байкал — объекта Всемирного природного наследия. Он отметил целесообразность разработки нового федерального проекта, направленного на обеспечение экологического устойчивого развития Центральной экологической зоны Байкальской природной территории.

В числе приоритетных направлений губернатор выделил и лесовосстановление. «Каждое вырубленное дерево недостаточно компенсировать посаженным, восстанавливать лесные насаждения нужно в объеме больше вырубленного леса», — сказал он.

Сегодня в области действует 67 лесных питомников, в том числе 6 тепличных комплексов, и организована работа по созданию базового областного лесного тепличного комплекса — лесосеменного центра на территории Мегетского лесопитомника (стоимостью порядка 1,1 млрд руб.). «Иркутская область готова выделить из областного бюджета 25% стоимости проекта. Мы просим поддержать нашу инициативу о включении в федеральную адресную инвестиционную программу строительство Мегетского лесосеменного центра», — отметил Игорь Кобзев.

В настоящее время область лидирует среди регионов России по выполнению объемов лесовосстановления, ежегодно составляющего 10% от всех площадей восстановленного в РФ леса. В рамках проекта «Сохранение лесов» с 2019 по 2021 гг. лесовосстановительные мероприятия в регионе уже выполнены на площади 442,3 тыс. га. Основным показателем проекта — отношение площади лесовосстановления к площади вырубленных и погибших лесных насаждений — за этот период составил 95,8%. В 2024 году соотношение вырубленных и восстановленных лесов в области должно достичь 100%, заключил губернатор.

Ю.Г. Седова

ФГИС «ЗЕРНО» ВЫШЛА НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБОРОТЫ

Общие тренды отрасли, новые технологии и цифровые решения обсудили участники XV отраслевой бизнес-конференции «Растениеводство России – 2022/23». Организатором конференции, прошедшей 23.09.2022 в Москве, выступил журнал «Агроинвестор». Одним из ключевых выступлений стартовой сессии стал доклад о первых результатах введения системы прослеживаемости зерна руководителя Центра агроаналитики Минсельхоза России (оператора системы) Дмитрия Авельцова.

Основное предназначение ФГИС «Зерно» — обеспечение прослеживаемости партий зерна и продуктов его переработки, сообщил Дмитрий Авельцов. Данная система предназначена для автоматизации процессов сбора, обработки, хранения, анализа информации, связанной с любыми операциями с зерном и продуктами его переработки (как на внутреннем рынке, так и для операций-ВЭД, а также при закупках зерна в интервенционный фонд), уточнил эксперт.

ФГИС «Зерно» ориентирована на удовлетворение интересов государства и агробизнеса, отметил докладчик. Государству система предоставляет возможность отслеживать вклад регионов в обеспечение продовольственной безопасности страны, получать информацию, какие сельскохозяйственные культуры (и какого качества) выращиваются в различных муниципальных районах страны, повышать уровень цифровизации российского зернового комплекса. Бизнес-сообществу она помогает соответствовать требованиям действующего законодательства РФ, вести полноценную учетную систему баланса зерна, продуктов его переработки и их качества. А также — отслеживать качество зерна «от поля до прилавка» и «от поля до моря».

В настоящее время участниками ФГИС «Зерно» являются:

- со стороны участников рынка — сельхозтоваропроизводители, элеваторы, трейдеры, импортеры, экспортеры, переработчики, потребители зерна и продуктов переработки;

- со стороны государства — Министерство сельского хозяйства РФ (инициатор системы) и подведомственные ему учреждения, Россельхознадзор, Росаккредитация, ФТС России, Росстат, Росрезерв.

С 1 июля 2022 года начался этап регистрации в системе и добровольного внесения в нее данных на продуктивном контуре ФГИС «Зерно», напомнил эксперт. С 1 сентября этого года уже является обязательным предоставление в систему информации о партиях зерна для оформления СДИЗ при их перевозке и (или) ре-

ализации, приемке или отгрузке, в том числе при осуществлении государственного мониторинга, при ввозе на территорию РФ и вывозе с нее, и сведений для включения в «реестр элеваторов». А с 1 марта будущего года станет обязательным внесение информации о продукции переработки зерна.

«Мы предупреждали еще летом, что сдвиги сроков не будет, — сказал спикер. — Поэтому спекуляции на эту тему нужно прекратить. Система работает, и на текущий момент вышла на промышленные обороты».

Эксперт отметил, что в 2022 году госмониторинг (государственный анализ партий зерна, собранных и завезенных на первичное место хранения) осуществляется в отношении пяти культур — ржи, кукурузы, сои, риса, гречихи. А с 2023 года это будут уже все культуры, добавил он.

«Мы не стремимся к стопроцентному занесению зерна в систему», — сказал руководитель Центра агроаналитики. Тем не менее, он порекомендовал это сделать всем, кто планирует продавать и экспортировать зерно, отметив, что сейчас прорабатывается вопрос о том, что дополнительная государственная поддержка будет «привязываться» к зерну, отраженному и зарегистрированному в системе ФГИС «Зерно».

«Появился новый термин — СДИЗ — сопроводительный документ по идентификации зерна. В системе оформляются СДИЗ, необходимые на каждом этапе движения продукции: при перевозке, реализации, приемке, отгрузке, импорте и экспорте», — пояснил докладчик. На текущий момент во ФГИС «Зерно» зарегистрировано уже порядка 88 тыс. организаций, около 73 тыс. пользователей, представлено 84 региона РФ (и практически все элеваторы). Эти данные подтверждают, что система активно работает, заключил Дмитрий Авельцов.

В ближайших планах разработчиков — создание мобильного приложения ФГИС «Зерно». В результате, часть операций можно будет совершать с мобильного устройства, отметил эксперт.

Ю.Г. Седова



В ИНТЕРЕСАХ РЕГИОНА И АГРОБИЗНЕСА УЧЕНЫЕ БРЯНСКОГО ГАУ РАЗРАБАТЫВАЮТ И ВНЕДРЯЮТ ИННОВАЦИИ

Этот выпуск журнала «Аграрная наука» подготовлен совместно с учеными одного из лидирующих аграрных вузов России ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», предоставившими свои научные статьи для нескольких разделов издания.



Брянский государственный аграрный университет как учебное заведение ведет свою историю с 1921 г., с момента организации Кокинской сельскохозяйственной школы по сыроварению, которая в 1930 г. была реорганизована в Кокинский сельскохозяйственный техникум. За многолетний труд и вклад в развитие сельского хозяйства региона и страны коллектив техникума был награжден Орденом Трудового Красного знамени и в дальнейшем техникум назывался Ордена Трудового Красного знамени Кокинский совхоз-техникум. В 1980 г. на базе совхоза-техникума был организован Брянский сельскохозяйственный институт.

Сегодня федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» является единственным высшим учебным заведением России аграрного профиля, успешно функционирующим на техногенно-загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС территории.

Уникальность университета заключается в том, что он расположен в сельской местности и все учебные, научные, учебно-опытные и учебно-производственные объекты находятся в шаговой доступности.

ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ» представляет собой современный многопрофильный научно-образовательный комплекс, имеющий развитую организационную структуру. Ее основу составляют: шесть институтов (Институт экономики и агробизнеса, Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Инженерно-технологический институт, Институт энергетики и природопользования, Институт дополнительного профессионального образования, Научно-исследовательский институт инновационных технологий в АПК), факультет среднего профессионального образования и четыре филиала: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», Брасовский промышленно-экономический техникум (Брасовский филиал ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»), Новозыбковский сельскохозяйственный техникум (Новозыбковский филиал ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ») и Трубчевский аграрный колледж (Трубчевский филиал ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»).

Университет признан лидирующим аграрным вузом по результатам комплексной оценки, проведенной Минсельхозом России; по итогам мониторинга Министерства образования и науки РФ он входит в Первую лигу ведущих университетов России, что является лучшим показателем среди вузов Минсельхоза и вузов региона. Университет входит в ТОП-500 по Российской Федерации и ТОП-10 субъекта РФ согласно рейтингу Министерства просвещения.

Университет является номинантом на почетное звание «Победитель Открытых международных студенческих Интернет-олимпиад», а реализуемые в вузе



программы отмечены в рамках проекта «Лучшие образовательные программы инновационной России».

Вуз осуществляет подготовку кадров с высшим и средним профессиональным образованием по специальностям сельскохозяйственного профиля, а также по специальностям, необходимым для развития сельских территорий и их инфраструктуры, по 13 УГСН:

- 06.00.00 — Биологические науки;
- 08.00.00 — Техника и технологии строительства;
- 09.00.00 — Информатика и вычислительная техника;
- 13.00.00 — Электро- и теплоэнергетика;
- 15.00.00 — Машиностроение;
- 19.00.00 — Промышленная экология и биотехнологии;
- 20.00.00 — Техносферная безопасность и природообустройство;
- 21.00.00 — Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия;
- 23.00.00 — Техника и технологии наземного транспорта;
- 35.00.00 — Сельское, лесное и рыбное хозяйство;
- 36.00.00 — Ветеринария и зоотехния;
- 38.00.00 — Экономика и управление;
- 40.00.00 — Юриспруденция.

В вузе реализуются 16 направлений подготовки бакалавриата, 1 программа специалитета, 8 направлений подготовки магистратуры, 8 программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, идет обучение 19 специальностям среднего профессионального образования. В данный момент проходят подготовку более 6000 студентов, в их числе 425 иностранных граждан из 17 стран мира.

Для эффективной организации учебного процесса и научных исследований функционирует около 100 специализированных лабораторий, опытное поле, автополигон, полигон для учебной работы на технике, конно-спортивный комплекс, спортивные залы, стадион и другие значимые объекты инфраструктуры. Закреплен-



ные за вузом 4,5 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения используются для проведения научных исследований и практической подготовки студентов по возделыванию зерновых, картофеля, овощных, плодовых и кормовых культур.

В университете ведется успешная научно-исследовательская работа в сфере АПК, действует 8 научных школ; разработки исследователей охватывают 11 отраслей наук. Научные исследования направлены на создание новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, разработку и внедрение инновационных технологий в растениеводстве и животноводстве на основе современной системы машин и механизмов, повышение плодородия, продуктивности земельных угодий, реабилитацию радиационно-загрязненных сельскохозяйственных угодий и получение экологически безопасной сельскохозяйственной про-

дукции. Вуз является членом Ассоциации физических и юридических лиц по развитию органического сельского хозяйства «Союз органического земледелия» и выполняет роль координатора данного направления в Брянской области. Ученые вуза активно сотрудничают с ООО «СХП «Женьшень» Унечского района Брянской области, которое является базовой производственной кафедрой по выращиванию лекарственных растений на основе принципов органического земледелия. В ООО «СХП «Женьшень» на площади 1,5 га по инновационным технологиям выращиваются растения женьшеня — одно-, двух-, трех-, четырех- и пятилетнего возраста. В целом в настоящее время на площади 20 га произрастает более 30 видов многолетних лекарственных растений. Из выращенного растительного сырья производятся сертифицированные фиточаи девяти наименований и различные биологически активные добавки.

Студенты и научно-педагогические работники университета активно участвуют в международных, российских и региональных конкурсах и олимпиадах. В Санкт-Петербурге на Международной агропромышленной выставке-ярмарке «Агрорусь — 2022» представленные на конкурс работы были удостоены золотой и серебряной медалей. На 24-й Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень — 2022» университет получил 18 медалей — 6 золотых, 8 серебряных, 4 бронзовых — и 3 благодарности.



Всероссийский день поля - 2020



Вуз играет значительную роль в социально-экономическом развитии региона. Ежегодно на базе университета проводится «День Брянского поля», где с большим успехом осуществляется демонстрация инновационных технологий по возделыванию полевых, овощных и плодово-ягодных культур, а также показ новейших систем сельскохозяйственных машин, удобрений, сортов и средств защиты растений.

В 2020 г. состоялась крупнейшая агропромышленная выставка «Всероссийский день поля», которую посетил Министр сельского хозяйства Дмитрий Патрушев. Посетители выставки смогли ознакомиться с современным состоянием АПК страны и отдельных регионов, новейшими разработками селекционеров, сельхозмашиностроителей и ведущих производителей агрохимии, а также стать участниками деловых мероприятий по различным отраслевым направлениям.

В университете функционирует Региональный учебно-методический информационно-консультационный центр, специалисты-консультанты которого через Институт дополнительного профессионального образования (структурное подразделение университета) проводят повышение квалификации руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, с начинающими фермерами, индивидуальными предпринимателями, главами К(Ф)Х проводятся семинары и круглые столы по эффективному развитию бизнеса.

Университет активно сотрудничает с профильными предприятиями региона, направляя к ним на практику студентов. Среди них — управление Россельхознадзора

по Брянской и Смоленской областям, управление ветеринарии Брянской области, ФГБУ «Брянскагрохимрадиология», ФГБУ «Брянская межобластная ветеринарная лаборатория», ООО «Брянский бройлер» и ООО «Брянская мясная компания» агрохолдинга «Мираторг», ООО «Меленский Картофель», агрохолдинг «ОХОТНО», ООО «Куриное Царство — Брянск», ООО «Брянский МПК», ООО «Брянский мясоперерабатывающий комбинат» и другие. Со всеми организациями заключены договора, и вуз благодарен им за сотрудничество в практической подготовке студентов и трудоустройстве выпускников.

Сегодня выпускники университета востребованы на рынке труда как у себя в регионе, где работают практически на всех предприятиях и организациях агропромышленного комплекса, в административных органах управления, так и за его пределами, внося свой вклад в развитие экономики России.

В Брянском ГАУ созданы все условия как для учебы и научных исследований, так и для интересной, насыщенной творчеством повседневной студенческой жизни. Студенты участвуют в практико-ориентированных проектах, помогающих им понять и полюбить свою профессию. Навыки, которые они приобретают, дают им преимущества перед сверстниками из других вузов.

243365, Россия, Брянская обл.,
с. Кокино, Советская ул., 2А.
Тел.: +7 (48341) 247-21, +7 (48341) 246-31
<https://www.bgsha.com/ru>

УДК 615.282.84.015.4:616.5-002.828:619

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-22-25

Т.Ф. Черных¹,
А.М. Лунегов², ✉
А.В. Шульц¹,
И.В. Лунегова¹,
Е.В. Флисюк¹

¹ Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ a.m.lunegov@mail.ru

Поступила в редакцию:
20.05.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-22-25

Tatyana F. Chernykh¹,
Aleksandr M. Lunegov²,
Alyona V. Shults¹,
Irina V. Lunegova¹,
Elena V. Flisyuk¹

¹ St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

² St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

✉ a.m.lunegov@mail.ru

Received by the editorial office:
20.05.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Изучение эффективности нового противогрибкового средства для лечения дерматофитозов животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Мелкие домашние животные часто переболевают дерматофитозами хронически, при этом оставаясь активными переносчиками. В клинической медицине имеется определенный арсенал лекарственных средств, обладающих противогрибковой активностью, как системного, так и локального действия, при использовании которых нередко проявляются побочные эффекты. В связи с этим поиск, разработка и внедрение в практическое здравоохранение и ветеринарную практику высокоактивных и малотоксичных лекарственных средств, способных специфически воздействовать на патогенные грибы, не оказывая при этом нежелательного действия на организм, является актуальным. На основании скрининговых микробиологических исследований было отобрано соединение, производное тиадиазола, которое в предварительных экспериментах показало противогрибковую активность.

Методы. Исследование проводилось на базе Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета в течение 21 дня. В опыте были использованы 19 кошек, в анализах которых был выделен грибок *Microsporium canis*. Мазь на основе производного тиадиазола втирали в пораженный участок кожи ежедневно однократно в количестве 0,01–0,05. Лечебную эффективность мази оценивали в течение 21 дня по следующим параметрам: специфическое свечение очагов поражения в лучах лампы Вуда при наличии возбудителя; результаты посева и микроскопического исследования материала; время восстановления шерстного покрова; местно-раздражающее действие.

Результаты. При применении животным 3%-ной мази тиадиазола на 10–12-й день явления воспаления регрессировали, на коже в очагах наблюдалось обильное мелкопластинчатое шелушение. К 12–15-му дню поверхность очагов очищалась и кожа приобретала бледно-розовую окраску. Восстановление шерстного покрова наблюдалось по окончании применения мази — к 21-му дню. Специфическое свечение отросших волосков в лучах лампы Вуда прекращалось. Результаты посева и микроскопии отросших волосков становились отрицательными. Отрицательные реакции при нанесении мази на кожу животных не наблюдались. Результаты исследования свидетельствуют о высокой эффективности и хорошей переносимости 3%-ной мази тиадиазола.

Ключевые слова: дерматофитозы, производные тиадиазола, кошки, *Microsporium canis*, противогрибковые средства

Для цитирования: Черных Т.Ф., Лунегов А.М., Шульц А.В., Лунегова И.В., Флисюк Е.В. Изучение эффективности нового противогрибкового средства для лечения дерматофитозов животных. *Аграрная наука.* 2022; 362 (9): 22–25. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-22-25>

© Черных Т.Ф., Лунегов А.М., Шульц А.В., Лунегова И.В., Флисюк Е.В.

Study of the effectiveness of a new antifungal agent for the treatment of animal dermatophytosis

ABSTRACT

Relevance. Small domestic animals often suffer from dermatophytosis chronically, while remaining active carriers. In clinical medicine, there is a certain arsenal of drugs with antifungal activity, both of systemic and local action, the use of which often causes side effects. In this regard, the search, development and implementation in public health and veterinary practice of highly active and low-toxic drugs that can specifically affect pathogenic fungi without adverse effects on the body is relevant. On the basis of screening microbiological studies, a thiadiazole derivative was selected, which in preliminary experiments showed antifungal activity.

Methods. The study was conducted on the basis of the St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University for 21 days. 19 cats in the analyzes of which a fungus *Microsporium canis* was detected were used in the experiment. An ointment based on a thiadiazole derivative was rubbed into the affected area of the skin once a day in an amount of 0.01–0.05. The therapeutic efficacy of ointments was evaluated for 21 days according to the following parameters: specific glow of lesions in the rays of a Wood's lamp in the presence of a pathogen; results of seeding and microscopic examination of the material; coat recovery time; local irritant action.

Results. When animals were treated with 3% thiadiazole ointment, on the 10–12th day the inflammation regressed, and abundant small-lamellar peeling was observed on the skin in the foci. By 12–15th day the surface of the foci was cleared, and the skin acquired a pale pink color. The restoration of the coat was observed at the end of the application of the ointment — on 21st day. The specific glow of regrown hairs in the rays of the Wood's lamp ceased. The results of seeding and microscopy of regrown hairs became negative. Negative reactions when applying the ointment to the skin of animals were not observed. The results of the study indicate high efficacy and good tolerability of 3% thiadiazole ointment.

Key words: dermatophytosis, thiadiazole derivatives, cats, *Microsporium canis*, antifungals

For citation: Chernykh T.F., Lunegov A.M., Shults A.V., Lunegova I.V., Flisyuk E.V. Study of the effectiveness of a new antifungal agent for the treatment of animal dermatophytosis. *Agrarian science.* 2022; 362 (9): 22–25. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-22-25> (In Russian).

© Chernykh T.F., Lunegov A.M., Shults A.V., Lunegova I.V., Flisyuk E.V.

Введение / Introduction

Дерматофитозы являются зооантропонозными, контагиозными болезнями грибковой этиологии, характеризующимися поражением кожи и ее производных вызываемыми группой несовершенных нитевидных грибов родов *Trichophyton* и *Microsporum*, инфицирующих кератинизированные слои кожи и ее производные [1–4]. У мелких домашних животных (кошки и собаки) часто регистрируют дерматофитозы, но нередко случаи, когда животные могут переболеть дерматофитозами хронически (самоизлечиться), при этом оставаясь активными переносчиками. В таком случае у животных должен быть высокий иммунитет, хорошие зооигиенические условия содержания и сбалансированный рацион кормления (корма высшего качества, оптимальные температурные, световые показатели), моцион, отсутствие стресса [5, 6]. Но даже при этом необходимо лечение для сокращения течения инфекции и ограничения ее распространения среди животных и людей [7].

Актуальность темы заключается в значительной распространенности дерматофитозов, разнообразии и сложности дерматологических проблем [8]. В клинической медицине существует определенный арсенал лекарственных средств, обладающих противогрибковой активностью, но имеющих и негативное воздействие на организм [9]. Например, многие противогрибковые антибиотики обладают высокой токсичностью («Гризеофульвин») или не рекомендуются при ряде заболеваний печени, почек, сахарном диабете или заболеваниях кровеносной системы («Амфотерицин В»), при их применении возможно проявление аллергических реакций, при местном применении — раздражение кожи [10], также противогрибковым препаратам присущи такие недостатки, как токсичность, недостаточно широкий спектр активности, наличие устойчивых к этим препаратам форм микромицетов, высокая стоимость и т.д. [11, 12]. На основании вышеизложенного можно заключить, что поиск и разработка новых противогрибковых средств остаются актуальной задачей.

В Санкт-Петербургском государственном химико-фармацевтическом университете под руководством доктора химических наук, профессора Яковлева И.П. проводятся фармацевтические и доклинические исследования по изучению производных тиадиазола. На основании скрининговых микробиологических исследований было отобрано соединение, которое в предва-

рительных экспериментах (проводимых ранее группой ученых университета) проявило высокую противомикозную активность, что позволило приступить к более глубокому изучению выделенного соединения в лекарственной форме (в виде мази).

Целью исследования было экспериментальное и практическое подтверждение терапевтической эффективности 3%-ной мази, содержащей производное тиадиазола, в отношении дерматофитозов при однократном ежедневном нанесении на пораженный участок кожи у мелких домашних животных.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследования служило производное тиадиазола в форме 3%-ной мази. В эксперименте *in vivo* участвовали 19 кошек и 3 однопометных щенка в 20-дневном возрасте, породы бигль. Исследуемую мазь наносили на пораженный участок кожи ежедневно однократно в течение 30 дней. Наружные обработки назначали в составе комплексного лечения совместно с антимикотическим пероральным препаратом Тербинафин в дозе 30–40 мг/кг массы тела. Терапевтическую эффективность оценивали с помощью лампы Вуда, микроскопических исследований, времени восстановления шерстного покрова, а также по наличию местно-раздражающего действия; также оценивали наличие или отсутствие гиперемии, отека, шелушения на месте нанесения.

Культуральные исследования чешуек и волосков шерсти из очага поражения осуществляли перед началом нанесения мази, с целью подтверждения наличия микозов, и второй раз — по окончании исследования, для получения результатов эффективности мази. Исследуемый материал высевался в чашках Петри на агаре Сабуро согласно принятым методикам. Результаты считались положительными, если в исследуемом материале обнаруживались нити мицелия гриба, при отсутствии роста культуры результаты посева считали отрицательными.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Все исследуемые кошки имели характерные изменения кожи, шелушение и гиперемии в очагах поражения и при люминесцентной диагностике с помощью лампы

Рис. 1. Люминесцентная диагностика дерматофитоза (автор Шульц А.В.)

Fig. 1. Luminescent diagnostics of dermatophytosis (author Shults A.V.)

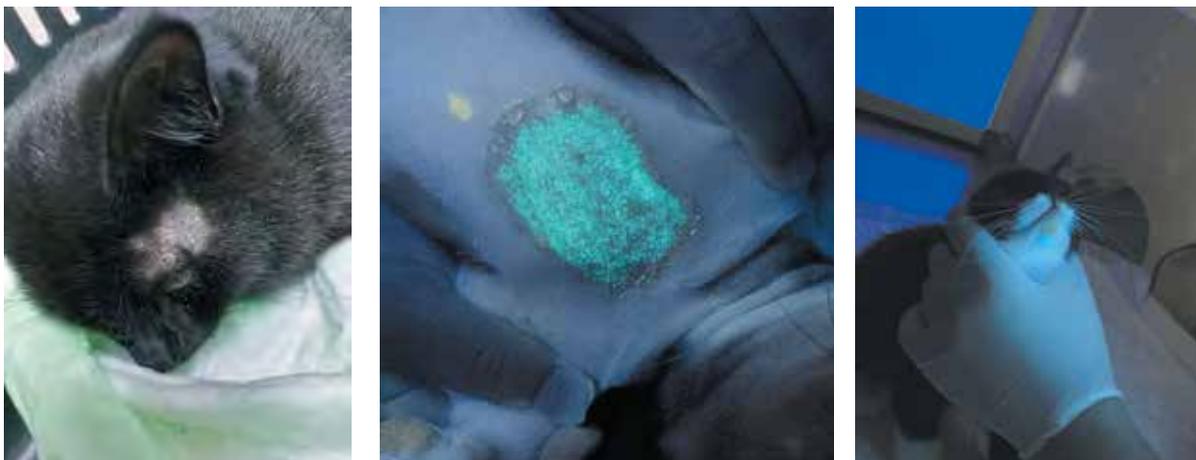


Рис. 2. Терапевтический эффект мази, содержащей 3%-ный тиadiaзол, к 15-му дню эксперимента (автор Шульц А.В.)

Fig. 2. Therapeutic effect of an ointment containing 3% thiadiazole by the 15th day of the experiment (author Shults A.V.)



Вуда волосы шерсти специфически светились в лучах лампы (изумрудное или салатное свечение) (рис. 1).

По результатам микробиологического посева исследуемого материала был выявлен рост колоний *Microsporium canis* у всех исследуемых животных.

При подтверждении диагноза микроспория животным в составе комплексного лечения назначали иссле-

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.

дуемую мазь, содержащую 3%-ный тиadiaзол. Повторный осмотр животных проводили на 10–12-й день от начала лечения. В ходе клинического осмотра отмечали отторжение ороговевших клеток в виде шелушения в очагах поражения кожи, а также отсутствие эритемы (гиперемии). Местно-раздражающего действия не наблюдалось. Шелушение исчезало и кожа приобретала естественный цвет к 15-му дню эксперимента (рис. 2).

К концу четвертой недели от начала лечения восстановление шерстного покрова наблюдалось у всех исследуемых животных. При исследовании шерстного покрова в местах поражения кожи лампой Вуда специфического зеленоватого свечения не наблюдалось. Посев исследуемого материала, взятого в конце эксперимента у животных, на питательную среду Сабуро показал отрицательный результат. В течение всего периода применения мази мы не наблюдали каких-либо негативных изменений кожи (отёков, эритемы, изъязвлений, повышения местной температуры).

Выводы / Conclusion

Результат проведенного исследования 3%-ной мази, содержащей производное тиadiaзола, показал ее клиническую эффективность в отношении микроспории у мелких домашних животных и по полученным экспериментальным данным ее можно рекомендовать в качестве средства для фармакокоррекции дерматофитозов.

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. Сажаев И.М. Мероприятия по профилактике дерматофитозов животных на территории Свердловской области. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2016; 3: 73-76.
2. Gnat S., Łagowski D., Nowakiewicz A., Dyląg M. A global view on fungal infections in humans and animals: opportunistic infections and microsporidiosis. *Journal of Applied Microbiology*. 2021;131(5): 2095-2113.
3. Грибковые заболевания кожи у домашних животных. <https://apicenna.ru/news/po-griby-po-yagody> (Дата обращения 24.08.2022).
4. Лунегов А.М., Сабирзянова Л.И., Крюкова В.В., Кузнецова Н.В. Фармакокоррекция заболеваний непродуктивных животных. Санкт-Петербург: СПбГУВМ; 2021. 105.
5. Каприлевская, Т.В. Сравнительная экономическая эффективность разных методов лечения кошек при дерматофитозах. *Молодой ученый*. 2020; 27 (317): 339-342.
6. Karen Moriello. Feline dermatophytosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2014; 16: 419–431.
7. Moriello K. Dermatophytosis in cats and dogs: a practical guide to diagnosis and treatment. In *Practice*. 2019;41(4): 138-147.
8. Kovalenko A., Voronkova O. Detection of infectious diseases caused by microscopy mushrooms in animals. *Bulletin of Problems Biology and Medicine*. 2018. 2.107.10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-107-110.
9. Противогрибковые препараты: обзор, классификация и свойства. <https://like-site.ru/zdorove/vse-protivogribovye-preparaty-obzor-klassifikatsiya-i-svoystva> (Дата обращения: 24.08.2022).
10. Шилова И.Б. Изучение производного тиазолидин-2,4-диона (микозидина) в качестве потенциального противогрибкового средства : диссертация ... канд. мед. наук. Старая Купавна. 2007. 126.
11. Ahmedova S.D., Farajev Z.Q., Amirova I.A., Agayeva N.A. Identification of sensitivity of dermatomycosis agents towards antimycotics. *European Science Review*. 2017; 7-8: 22-24.

REFERENCES

1. Sazhaev I.M. Measures for the prevention of animal dermatophytosis in the territory of the Sverdlovsk region. Questions of legal regulation in veterinary medicine. 2016; 3: pp. 73-76. (In Russian)
2. Gnat S., Łagowski D., Nowakiewicz A., Dyląg M. A global view on fungal infections in humans and animals: opportunistic infections and microsporidiosis. *Journal of Applied Microbiology*. 2021;131(5): 2095-2113.
3. Fungal diseases of the skin in pets. <https://apicenna.ru/news/po-griby-po-yagody> (Accessed 24.08.2022). (In Russian)
4. Lunegov A.M., Sabirzyanova L.I., Kryukova V.V., Kuznetsova N.V. Textbook: Pharmacocorrection of diseases of unproductive animals. St. Petersburg. SPbGUVM. 2021; 105. (In Russian)
5. Kaprilevskaya, T.V. Comparative cost-effectiveness of different methods of treating cats with dermatophytosis. *Young scientist*. 2020; 27 (317); 339-342. (In Russian)
6. Karen Moriello Feline dermatophytosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2014; 16; 419–431.
7. Moriello K. Dermatophytosis in cats and dogs: a practical guide to diagnosis and treatment. In *Practice*. 2019;41(4): 138-147.
8. Kovalenko A., Voronkova O. Detection of infectious diseases caused by microscopy mushrooms in animals. *Bulletin of Problems Biology and Medicine*. 2018. 2.107.10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-107-110.
9. Antifungal drugs: review, classification and properties. <https://like-site.ru/zdorove/vse-protivogribovye-preparaty-obzor-klassifikatsiya-i-svoystva> (Accessed: 08/24/2022). (In Russian)
10. Shilova I.B. The study of a derivative of thiazolidine-2,4-dione (mycosidine) as a potential antifungal agent: dissertation ... cand. honey. Sciences. Staraya Kupavna. 2007. 126. (In Russian)
11. Ahmedova S.D., Farajev Z.Q., Amirova I.A., Agayeva N.A. Identification of sensitivity of dermatomycosis agents towards antimycotics. *European Science Review*. 2017; 7-8: 22-24.

12. Саданов А.К., Березин В.Э., Кулмагамбетов И.Р., Треножникова Л.П., Балгимбаева А.С. Новый оригинальный лекарственный препарат «Розеофунгин-АС, мазь 2%». Фармация Казахстана. 2021; 5: 55-64.

12. Sadanov A.K., Berezin V.E., Kulmagambetov I.R., Trenozhnikova L.P., Balgimbaeva A.S. New original drug "Roseofungin-AS, 2% ointment". *Pharmacy of Kazakhstan*. 2021; 5: 55-64. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Федоровна Черных, доктор фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», ул. Профессора Попова, д. 14, лит. А, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация
E-mail: ode9ova.t@yandex.ru

Александр Михайлович Лунегов, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой фармакологии и токсикологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», ул. Черниговская, д. 5, Санкт-Петербург, 196084, Российская Федерация
E-mail: a.m.lunegov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4480-9488>

Алена Викторовна Шульц, аспирант Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», ул. Профессора Попова, д. 14, лит.А, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация
E-mail: Alena24@yandex.ru

Ирина Владимировна Лунегова, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры промышленной экологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», ул. Профессора Попова, д. 14, лит.А, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация
E-mail: ivlunegov@yandex.ru

Елена Владимировна Флисюк, доктор фармацевтических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии лекарственных форм, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», ул. Профессора Попова, д. 14, лит.А, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация
E-mail: dosageforms.dept@pharminnotech.com

ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana Fedorovna Chernykh, Doctor of Pharmacy, Professor, Professor of the Department of Microbiology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University", st. Professor Popova, d. 14, lit. A, St. Petersburg, 196084, Russian Federation
E-mail: ode9ova.t@yandex.ru

Aleksandr Mikhailovich Lunegov, PhD in Veterinary sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology and Toxicology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State University of Veterinary Medicine", st. Chernigovskaya, 5, St. Petersburg, 196084, Russian Federation
E-mail: a.m.lunegov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4480-9488>

Alena Viktorovna Shults, Graduate student Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University", st. Professor Popova, d. 14, lit. A, St. Petersburg, 196084, Russian Federation
E-mail: Alena24@yandex.ru

Irina Vladimirovna Lunegova, PhD of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Ecology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University", st. Professor Popova, d. 14, lit. A, St. Petersburg, 196084, Russian Federation
E-mail: ivlunegov@yandex.ru

Elena Vladimirovna Flisyuk, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Dosage Forms Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University", st. Professor Popova, d. 14, lit. A, St. Petersburg, 196084, Russian Federation
E-mail: dosageforms.dept@pharminnotech.com



СВИНОВОДСТВО — 2022: ГИБКОСТЬ К ВЫЗОВАМ — ПУТЬ К УСТОЙЧИВОСТИ И РАЗВИТИЮ

С 5 по 7 декабря 2022 г. в Москве, в Международной промышленной академии пройдет XIV Международная научно-практическая конференция «Свиноводство: гибкость к вызовам — путь к устойчивости и развитию». Организаторами конференции являются: Национальный Союз свиноводов, Международная промышленная академия. Конференция проводится по поддержке Министерства сельского хозяйства РФ.

Основные темы обсуждения:

- Свиноводство России: текущие вызовы — мы находим ответы.
- Реакция рынка и потребителя на постоянные изменения мясного баланса страны.
- Цифровизация и эффективное управление инвестициями — инструменты поступательного развития компаний.
- Качественные корма, продукты ветеринарии и гигиена как залог здоровья и высокой продуктивности свиней.
- Безопасность и эффективность производства в новых экономических условиях.
- Современные технологии, техническое перевооружение и модернизация: возможности и опыт.
- Как реализовать высокий генетический потенциал свиней.

К участию в конференции приглашаются:

- Руководители и специалисты агрохолдингов, мясоперерабатывающих и комбикормовых предприятий.
- Руководители и специалисты органов управления АПК субъектов Российской Федерации, отраслевых союзов и ассоциации АПК.
- Представители компаний, фирм и предприятий — производителей оборудования, ингредиентов, ветеринарных препаратов.
- Ученые НИИ, профессора и преподаватели.

Конференция будет проходить в гибридном формате, который предусматривает офлайн (личное) и онлайн-участие.

Место проведения конференции:

Международная промышленная академия: 115093, Москва, 1-й Щипковский пер., д. 20. Проезд до станции метро «Павелецкая» и «Серпуховская».

Руководитель Программного комитета конференции —

зав. кафедрой отраслей животноводства и комбикормового производства, д.т.н., профессор,

Щербакова Ольга Евгеньевна, scherbakovae@grainfood.ru, тел. +7 (495) 959-71-06, +7 (968) 649-81-98.

Р.Д. Устаров,
А.Ю. Алиев, ✉
С.Ш. Кабардиев,
Г.М. Магомедшапиев

Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», Российская Федерация, Махачкала

✉ vetvrach85@gmail.com

Поступила в редакцию:
30.08.2022

Одобрена после рецензирования:
09.09.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Rasul D. Ustarov,
Ayub Yu. Aliyev, ✉
Sadrutdin Sh. Kabardiev,
Gadzhimurad M. Magomedshapiev

The Caspian Regional Veterinary Research Institute—branch of the Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Russian Federation, Makhachkala

✉ vetvrach85@gmail.com

Received by the editorial office:
30.08.2022

Accepted in revised:
09.09.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Профилактический эффект препарата Сантомектин против псороптоза овец в равнинной зоне Республики Дагестан

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Псороптоз овец и коз — это хроническое заболевание, вызываемое клещом *Psoroptes ovis*, протекающее в подострой, острой, хронической, иногда генерализованной форме. Характеризуется поражением у овец и коз густошерстных частей тела, у коз — иногда и ушных раковин. С учетом изложенного определение наиболее эффективных и экономически выгодных современных акарицидных и противопаразитарных средств широкого спектра действия в условиях Прикаспийского региона РФ является актуальной задачей.

Методы. Профилактическое действие противопаразитарных препаратов Сантомектин и Ивермек изучали на 90 животных, распределенных в 2 опытные группы и одну контрольную. Животным первой группы вводили препарат Ивермек (ивермектин — 10 мг и токоферола ацетат — витамин Е — 40 мг) однократно, в дозировке 1 мл препарата на 50 кг живой массы животного. Второй группе вводили Сантомектин (1 мл препарата содержит 5 мг ивермектина и 125 мг клосантела). Препарат Сантомектин вводили в подлопаточную область внутримышечно, однократно, в дозе 1 мл лекарственного средства на 50 кг массы тела животного. Третья контрольная группа обработкам химиофилактическими препаратами не подвергалась. Наблюдение за животными проводили в течение 30 дней.

Результаты. Полученные в ходе производственных опытов данные по акарицидной активности препаратов свидетельствуют о том, что применение препарата Сантомектин при однократном введении с концентрацией действующего вещества 0,1 мг ивермектина на 1 кг живой массы дает профилактический эффект против *Psoroptes ovis* на 16,7% выше, чем применение препарата Ивермек в концентрации 200 мкг ивермектина на 1 кг живой массы.

Ключевые слова: Сантомектин, Ивермек, ивермектин, профилактика, овцы, псороптоз, противопаразитарные препараты

Для цитирования: Устаров Р.Д., Алиев А.Ю., Кабардиев С.Ш., Магомедшапиев Г.М. Профилактический эффект препарата Сантомектин против псороптоза овец в равнинной зоне Республики Дагестан. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 26–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-26-29>

© Устаров Р.Д., Алиев А.Ю., Кабардиев С.Ш., Магомедшапиев Г.М.

Preventive effect of the drug Santomectin against psoroptosis of sheep in the plain zone of the Republic of Dagestan

ABSTRACT

Relevance. Psoroptosis of sheep and goats is a chronic disease caused by the *Psoroptes ovis*, occurring in a subacute, acute, chronic, sometimes generalized form. It is characterized by a lesion in sheep and goats of thick-haired parts of the body, in goats — sometimes the auricles. In view of the above, the determination of the most cost-effective modern broad-spectrum acaricidal and antiparasitic agents in the conditions of the Caspian region of the Russian Federation is an urgent task.

Methods. The prophylactic effect of the antiparasitic drugs Santomectin and Ivermek was studied on 90 animals, divided into 2 experimental groups and one control group. Animals of the first group were injected with the drug Ivermek (ivermectin — 10 mg and tocopherol acetate — vitamin E — 40 mg) once, at a dosage of 1 ml of the drug per 50 kg of body weight of the animal. The second group was administered Santomectin (1 ml of the preparation contains 5 mg of ivermectin and 125 mg of closantel). Santomectin was injected into the subscapular region intramuscularly, once, at a dose of 1 ml of the drug per 50 kg of animal body weight. The third control group was not treated with chemoprophylactic drugs. Animals were observed for 30 days. **Results.** The data obtained in the course of production experiments on the effect of the acaricidal activity of the preparations indicate that the use of the Santomectin preparation with a single injection with an active substance concentration of 0.1 mg ivermectin per 1 kg of live weight gives a preventive effect against *Psoroptes ovis* by 16.7% higher than the use of the drug “Ivermek” at a concentration of 200 µg of ivermectin per 1 kg of live weight.

Key words: Santomectin, Ivermek, ivermectin, prevention, sheep, psoroptosis, antiparasitic drugs

For citation: Ustarov R.D., Aliyev A.Yu., Kabardiev S.Sh., Magomedshapiev G.M. Preventive effect of the drug Santomectin against psoroptosis of sheep in the plain zone of the Republic of Dagestan. Agricultural science. 2022; 362 (9): 26–29. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-26-29> (In Russian).

© Ustarov R.D., Aliyev A.Yu., Kabardiev S.Sh., Magomedshapiev G.M.

Введение/ Introduction

Развитие овцеводства в Прикаспийском регионе России напрямую связано с разработкой наиболее эффективных научно обоснованных ветеринарно-санитарных, лечебных и профилактических мероприятий. Важным этапом работы в этом направлении является своевременное внедрение современных, эффективных мер борьбы с эктопаразитами овец и коз.

Природно-климатические условия в регионе (жаркое лето, умеренно-холодные, с большой влажностью зимы) способствуют циклу развития многих видов паразитов сельскохозяйственных животных [1].

Одной из актуальных проблем паразитологии на современном этапе является борьба с арахноэнтомозами, в том числе и псороптозом, наносящим значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам региона [2].

Псороптоз овец и коз — это хроническое заболевание, вызываемое клещом *Psoroptes ovis*, протекающее в подострой, острой, хронической, иногда генерализованной форме. Характеризуется поражением у овец и коз густошерстных частей тела, у коз — иногда и ушных раковин. Псороптоз причиняет большой экономический ущерб хозяйствам от выбраковки сырья (шкур и шерсть), аглавное — от потерь в молочной и мясной продуктивности [3, 4, 5].

Основным методом профилактики псороптоза овец и коз с учетом вертикальной зональности региона и системы ведения животноводства остается купочный метод с применением акарицидных препаратов в проплавных ваннах; реже используются методы опрыскивания, поливания и подкожное введение.

В настоящее время во всем мире используется большое количество инсектоакарицидных средств для борьбы с возбудителями акарозозов и энтомозов животных. В основном это синтетические пиретроиды или авермектины. Инсектоакарицидные препараты должны отвечать ряду требований, таких как высокий акарицидный эффект, отсутствие раздражающего действия на кожу животных, простота в применении, стабильность в процессе длительного хранения, доступность и относительно невысокая стоимость [6, 7, 8].

В настоящее время профилактические мероприятия против псороптоза овец и коз в Прикаспийском регионе России практикующие специалисты и работники хозяйств различных форм собственности проводят с использованием устаревших акарицидных средств прошлых поколений. Данные обстоятельства еще больше повышают экономический ущерб, наносимый хозяйствам псороптозом овец и коз, за счет сокращения сроков реинвазии поголовья и увеличения общей стоимости проводимых профилактических мероприятий (закупка акарицидных средств, оплата труда работников) [9, 10].

На данном этапе фармацевтическими компаниями разработаны современные препараты, применение которых позволит проводить профилактику псороптоза овец и коз практически вне зависимости от условий хозяйств, однако необходимо соблюдать сроки диспансеризации и укомплектованием поголовья животных в стадах клиническом обследовании и при диагностике данной категории заболеваний [11, 12, 13].

Внедрение в практику современных акарицидных средств, в частности препаратов для профилактики псороптоза овец и коз, требует в начале тщательного изучения непосредственно в практических природно-климатических условиях на опытном поголовье с экономическим обоснованием. С учетом изложенного определение наи-

более эффективных и экономически выгодных современных акарицидных и противопаразитарных средств широкого спектра действия в условиях Прикаспийского региона РФ является актуальной задачей.

Материал и методы исследований / Materials and method

Работа была проведена в лаборатории паразитологии Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института — филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», и на базекрестьянского фермерского хозяйства «Бухты» Гунибского района.

При постановке диагноза учитывали клинические признаки болезни у овец путем внешнего осмотра с учетом эпизоотологических данных.

С целью исследования профилактического эффекта акарицидного препарата Сантоmekтин подобрали неблагополучное по псороптозу овец хозяйство. Выбор препарата Сантоmekтин обусловлен несколькими факторами. На сегодняшний день в открытых источниках отсутствуют какие-либо данные по акарицидной эффективности препарата Сантоmekтин против *Psoroptes ovis* на территории Республики Дагестан. Следует также учитывать, что включенным в опыты для сравнения профилактического эффекта препаратом Ивермек, согласно рекомендациям производителя, рекомендуется проводить повторную обработку через 8–10 дней, тогда как для профилактической обработки препаратом Сантоmekтин достаточно однократного применения.

Для проведения экспериментов сформировали три группы овец — 2 опытных и 1 контрольная. Каждая группа состояла из 30 здоровых, благополучных по псороптозу овец и была отдельно промаркирована. Первую группу обрабатывали широко применяемым в регионе препаратом Ивермек (ивермектин — 10 мг и токоферола ацетат (витамин Е) — 40 мг) однократно, в дозировке 1 мл препарата на 50 кг живой массы животного. Вторую группу обрабатывали препаратом Сантоmekтин — противопаразитарным препаратом широкого спектра действия, где одно из составных действующих веществ — ивермектин — обладает акарицидным свойством (1 мл препарата содержит 5 мг ивермектина и 125 мг клонзантела). Препарат Сантоmekтин вводили в подлопаточную область внутримышечно, однократно, в дозе 1 мл лекарственного средства на 50 кг массы тела животного. Все опытные группы обрабатывались в одинаковых условиях — в расколе хозяйства, в один день. Контрольную группу никакой обработке не подвергали.

После проведения профилактической обработки препаратами все три группы содержались вместе в общей отаре с неблагополучными по псороптозу овцами. Продолжительность срока наблюдения за животными и проявлениями клинических признаков болезни — 30 дней. Испытания препаратов проводились в соответствии с «Методическими указаниями по первичному отбору новых акарицидов и сравнительному изучению их активности против саркоптоидных клещей» (1982).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Основные показатели профилактических обработок приведены ниже в таблицах 1, 2. При эксперименте с препаратами был сделан акцент на их акарицидную активность по отношению к накожному клещу *Psoroptes ovis*, который относится к постоянным па-

Таблица 1. Профилактическое действие препаратов против псороптоза овец
Table 1. Preventive effect of drugs against sheep psoroptosis

Препарат, метод применения	Число больных псороптозом животных в группе после обработки, динамика по дням										
	1	5	10	14	16	20	22	24	26	28	30
Ивермек, в/м 1,0/50 кг ж. массы	-	-	-	-	-	1	1	3	4	4	7
Сантомектин, в/м 1,0/50 кг ж. массы	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Контроль	-	-	-	1	3	3	4	6	8	8	9

Таблица 2. Среднее количество очагов поражения на одном животном в 30 дневной динамике

Table 2. The average number of lesions per animal in 30-day dynamics

Препарат, метод применения	Число больных псороптозом животных в группе после обработки, динамика по дням													
	1	5	10	14	16	18	20	22	25	26	27	28	29	30
Ивермек, в/м 1,0/50 кг ж. массы	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2
Сантомектин, в/м 1,0/50 кг ж. массы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Контроль	-	-	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2

Таблица 3. Сравнительная акарицидная эффективность при профилактике псороптоза репаратами Ивермек и Сантомектин

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

Препарат	Количество животных в группе	Метод применения, дозировка	Очагов поражения на 1 животное за 30 дней	Количество заболевших животных за 30 дней	Акарицидная эффективность, %
Ивермек	30	в/м 1,0/50 кг ж. массы	2	7	76,6
Сантомектин	30	в/м 1,0/50 кг ж. массы	1	2	93,3

разитам овец в Прикаспийской зоне и паразитирует на эпидермальном слое кожных покровов животных.

Сравнительные профилактические обработки препаратами Ивермек и Сантомектин показали, что препарат Ивермек дает профилактический эффект до 20 дней, после чего с 20-х по 30-е сутки эксперимента количество овец с поражениями (зуд и выпадение шерсти) возрастает с 1 до 7. Препарат Сантомектин показал лучший эффект и обеспечил защиту опытной группы животных (отсутствие визуальных клинических признаков псороптоза) до 26 дней, с небольшой дальнейшей динамикой заболеваемости — присутствие зуда у 2 животных за весь период наблюдения. В контрольной группе первые случаи поражения псороптозом были обнаружены уже на 14-й день эксперимента, наблюдалось до 9 больных овец за месяц (таблица 1).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Среднее количество очагов поражения за весь срок эксперимента на одно животное приведено в таблице 2. После обработки препаратом Ивермек этот показатель составил два очага на теле животного (расчесы, в отдельных местах тела животного шерсть спутанная и просто выдергивается). При обработке препаратом Сантомектин результат составил в среднем один очаг поражения в виде визуального зуда в месте поражения. В контрольной группе овец показатель составил два очага поражения в среднем, но со значительно более ранним сроком появления клинических признаков псороптоза — начиная с 14-х суток производственного опыта, что соответствует инкубационному периоду заболевания псороптозом у взрослых овец.

Сравнительная акарицидная эффективность препаратов Ивермек и Сантомектин приведена в таблице 3. За 30-дневный срок производственного опыта по профилактике псороптоза получен следующий результат: после обработки Ивермеком в среднем новых очагов поражений на одном животном — 2, всего заболевших животных — 7. После применения Сантомектин в среднем один очаг поражения на одном животном, всего заболевших животных — 2 из 30 голов опытной группы. Препарат Сантомектин показал профилактический эффект против *Psoroptes ovis* на 16,7% выше, чем препарат Ивермек.

Выводы / Conclusion

Полученные в экспериментальных условиях данные по действию акарицидной активности препаратов по одному из действующих веществ (ивермектин) свидетельствуют о том, что применение препарата Сантомектин при однократном введении с концентрацией по действующему веществу 0,1 мг ивермектина на 1 кг живой массы дает профилактический эффект против *Psoroptes ovis* на 16,7% выше, чем применение препарата Ивермек в концентрации 200 мкг ивермектина на 1 кг живой массы.

Среднее количество новых очагов поражения псороптозом на одной овце за 30 дней составило после обработки средством Ивермек — 2 очага, Сантомектин — 1 очаг, в контрольной группе — 2 очага.

Длительность профилактического эффекта после применения препарата Ивермек составила 20 дней, а Сантомектин предупреждает псороптоз овец на срок до 26 суток.

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. Акбаев МШ, Водянов АА, Косминков Н Е, и др. Паразитология и инвазионные болезни животных. М.: Колос, 2002. 743с.
2. Устаров Р.Д., Багамаев Б.М., Горчаков Э.В. и др. Терапевтическое и персистентное действие акарицидных препаратов при псороптозе овец. *Евразийское Научное Объединение*. 2021; 6-3 (76): 205-207. eLIBRARY ID: 46338884 EDN: QNYORLDOI: 10.5281/zenodo.5089715
3. Малаярчук В.И., Солопов Н.В. Синтетические пиретроиды, как акарициды при псороптозе овец. В сборнике: *Проблемы ветеринарной медицины Северного Казахстана и Сибири*. Астана, 2001; 78-81.
4. Магомедшапиев Г.М. Распространение и экономический ущерб от псороптоза овец в Республике Дагестан. *Ветеринария и кормление*. 2020; 4: 35-37. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-12
5. Толешов Е., Аленова У.М. Эффективность ивомека и дорасулеса при псороптозе овец. В книге: *Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной студенческой научной конференции*. 2022: 189-190. eLIBRARY ID: 48994587 EDN: MСURGV
6. Газимагомедов М.Г., Кабардиев С.Ш., Биттиров А.М., Устаров Р.Д., Шахмурзов М.М., Чилаев А.С., Биттирова А.А., Бадиев И.Р. Совершенствование методики интегрированной этиотропно-иммунокорректирующей терапии и профилактики псороптоза овец. *Ветеринарный врач*. 2018; 1: 38-40. eLIBRARY ID: 32647231 EDN: YSZKMO
7. Байсарова З.Т. Лечение псороптоза овец в условиях хозяйств Чеченской Республики. *Вестник Медицинского института*. 2020; 2 (18): 63-66. DOI: 10.36684/med-2020-18-2-63-66
8. Удавлиев Д.И., Степанова С.П., Карадурдыев Р.А., Филипенкова Г.В. Препарат «ципер - даг» для профилактики и лечения псороптоза овец. В сборнике: *Проблемы взаимодействия науки и общества. сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 частях*. 2018: 192-195. eLIBRARY ID: 32511208 EDN: YQHTNR
9. Куртеков В.А. Изучение эффективности препаратов на основе циперметрина при псороптозе крупного рогатого скота. В сборнике: *Научная мысль XXI века: результаты фундаментальных и прикладных исследований*. Сборник статей международной научно-практической конференции НИЦ ПНК от 30 мая 2018 г. 2018: 178-183. eLIBRARY ID: 35149407 EDN: XRIVID
10. Устаров Р.Д. Сравнительная экономическая эффективность современных акарицидных средств при терапии псороптоза овец. *Ветеринария Кубани*. 2021; 6: 25-27.
11. Студент Ж., Кадиров М., Жанабаев А.А., Усенбаев А.Е. Эффективность авермектинов при псороптозе крупного рогатого скота в условиях Северо-Казхастанской области. В сборнике: *Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК*. Материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019: 101-104. eLIBRARY ID: 38195146 EDN: DZCTBV
12. Василевич Ф.И., Фатахов К.Ф. Эффективность препарата «Липомек» 2 % при гематопиносе телят и псороптозе овец. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2022; 5: 84-88. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202205010
13. Мураталиев К.Э., Смаилов Э.А., Осмонов Ы.Д., Карасартов У.Э., Назаров С.О. Поточная линия профилактической обработки овец против псороптоза. *Вестник НГИЭИ*. 2019. 11 (102): 27-36. eLIBRARY ID: 41388066 EDN: OPMNVQ

ОБ АВТОРАХ:

Расул Джамалудинович Устаров, старший научный сотрудник лаборатории по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц, Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института, филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 88, ул. Дахадаева, Махачкала, 367000, Российская Федерация; e-mail: vetvrach85@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6272-7438>

Аюб Юсупович Алиев, Директор, доктор ветеринарных наук, Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института, филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 88, ул. Дахадаева, Махачкала, 367000, Российская Федерация; e-mail: alievaub1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

Садрутдин Шамшитович Кабардиев, профессор, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц, Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института, филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 88, ул. Дахадаева, Махачкала, 367000, Российская Федерация; e-mail: pznivi05@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>

Гаджимурад Магомедович Магомедшапиев, младший научный сотрудник лаборатории по изучению инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и птиц, Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института, филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 88, ул. Дахадаева, Махачкала, 367000, Российская Федерация; e-mail: magomedsapievgadzimurvd@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1742-0939>

REFERENCES

1. Akbaev MSH, Vodyanov A A, Kosminkov N E, et al. Parasitology and invasion diseases of animals. M.: Kolos, 2002. 743 p.(InRussian)
2. Ustarov R.D., Bagamaev B.M., Gorchakov E.V. Therapeutic and persistent action of acaricidal preparations in sheep psoroptosis. *Eurasian Scientific Association*. 2021; 6-3 (76): 205-207. (In Russian) eLIBRARY ID: 46338884 EDN: QNYORL DOI: 10.5281/zenodo.5089715
3. Malyarchuk V.I., Solopov N.V. Synthetic pyrethroids as acaricides in sheep psoroptosis. In the collection: *Problems of veterinary medicine in Northern Kazakhstan and Siberia*. Astana, 2001; 78-81. (In Russian)
4. Magomedshapiev G.M. Distribution and economic damage from psoroptosis of sheep in the Republic of Dagestan. *Veterinary and nutrition*. 2020; 4: 35-37. (In Russian) DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-4-12
5. Toleshov E., Alenova U.M. Efficacy of ivomek and dorasules in sheep psoroptosis. In the book: *Gorinsky Readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex. Materials of the International Student Scientific Conference*. 2022: 189-190. (In Russian) eLIBRARY ID: 48994587 EDN: MСURGV
6. Gazimagomedov M.G., Kabardiev S.Sh., Bittirov A.M., Ustarov R.D., Shakhmurzov M.M., Chilaev A.S., Bittirova A.A., Badiiev I.R. Improving the methodology of integrated etiotropic-immunocorrective therapy and prevention of sheep psoroptosis. *Veterinarian*. 2018; 1: 38-40. (In Russian) eLIBRARY ID: 32647231 EDN: YSZKMO
7. Baisarova Z.T. Treatment of psoroptosis of sheep in the conditions of farms of the Chechen Republic. *Bulletin of the Medical Institute*. 2020; 2 (18): 63-66. (In Russian) DOI: 10.36684/med-2020-18-2-63-66
8. Udavliev D.I., Stepanova S.P., Karadurdiev R.A., Filipenkova G.V. The preparation "tsiper - dag" for the prevention and treatment of psoroptosis in sheep. In the collection: *Problems of interaction between science and society. collection of articles of the International Scientific and Practical Conference: in 2 parts*. 2018: 192-195. (In Russian) eLIBRARY ID: 32511208 EDN: YQHTNR
9. Kurtekov V.A. Study of the effectiveness of preparations based on cypermethrin in psoroptosis of cattle. In the collection: *Scientific thought of the XXI century: the results of fundamental and applied research. Collection of articles of the international scientific-practical conference SIC PNC dated May 30, 2018*. 2018: 178-183. (In Russian) eLIBRARY ID: 35149407 EDN: XRIVID
10. Ustarov R.D. Comparative economic efficiency of modern acaricides in the treatment of sheep psoroptosis. *Veterinary Kuban*. 2021; 6: 25-27. (In Russian)
11. Student Zh., Kadyrov M., Zhanabaev A.A., Usenbaev A.E. The effectiveness of avermectins in psoroptosis of cattle in the conditions of the North Kazakhstan region. In the collection: *Youth science is a guarantor of the innovative development of the agro-industrial complex. Materials of the X All-Russian (national) scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. 2019: 101-104. (In Russian) eLIBRARY ID: 38195146 EDN: DZCTBV
12. Vasilevich F.I., Fatakhov K.F. The effectiveness of the drug "Lipomek" 2% in hematopinos of calves and psoroptosis of sheep. *Veterinary medicine, zootechnics and biotechnology*. 2022; 5: 84-88. (In Russian) DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202205010
13. Murataliev K.E., Smailov E.A., Osmonov Y.D., Karasartov U.E., Nazarov S.O. Production line of prophylactic treatment of sheep against psoroptosis. *Bulletin of NGIEI*. 2019. 11 (102): 27-36. (In Russian) eLIBRARY ID: 41388066 EDN: OPMNVQ

ABOUT THE AUTHORS:

Rasul Jamaludinovich Ustarov, Senior Researcher, Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Agricultural Animals and Birds, Caspian Zonal Research Veterinary Institute, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 88, str. Dakhadaeva, Makhachkala, 367000, Russian Federation; e-mail: vetvrach85@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6272-7438>

Ayub Yusupovich Aliyev, Director, Doctor of Veterinary Sciences, Caspian Regional Research Veterinary Institute, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 88, str. Dakhadaeva, Makhachkala, 367000, Russian Federation; e-mail: alievaub1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4433-602X>

Sadrutdin Shamshitovich Kabardiev, Professor, Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher of the Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Agricultural Animals and Birds, Caspian Zonal Scientific Research Veterinary Institute, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 88, str. Dakhadaeva, Makhachkala, 367000, Russian Federation; e-mail: pznivi05@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6129-8371>

Gadzhimurad Magomedovich Magomedshapiev, Junior Researcher, Laboratory for the Study of Invasive Diseases of Farm Animals and Birds, Caspian Zonal Research Veterinary Institute, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 88, str. Dakhadaeva, Makhachkala, 367000, Russian Federation; e-mail: magomedsapievgadzimurvd@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1742-0939>

УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36

А. С. Горелик¹,
М. Б. Ребезов^{2,3},
О. В. Горелик², ✉
М. В. Темербаева⁴

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС, Екатеринбург, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

⁴ Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Республика Казахстан

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36

Artem S. Gorelik¹,
Maksim B. Rebezov^{2,3},
Olga V. Gorelik², ✉
Marina V. Temebayeva⁴

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

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

⁴ Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Republic of Kazakhstan

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Качество молока коров-дочерей разных быков-производителей и оценка его пригодности к переработке

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Повышение продуктивных качеств молочного скота продолжается путем дальнейшего использования чистопородных быков-производителей голштинской породы как отечественной, так и зарубежной селекции, что неизменно приводит к увеличению кровности по голштинской породе. Молоко — не только ценный продукт питания, но и сырье для молочной промышленности, и использование его для производства тех или иных продуктов определяется его технологическими свойствами, поэтому изучение их у новой генетической формации молочного скота зоны Среднего Урала имеет как научный, так и практический интерес.

Методы. Исследования проводились в одном из типичных племенных репродукторов по разведению голштинского черно-пестрого скота Свердловской области в период 2018–2022 гг. В оценку вошли коровы-перволетки, закончившие первую лактацию, полученные и выращенные в хозяйстве. Все коровы-дочери происходили от быков-производителей Дас, Саян, Де-Су, Гавано, Туарег, Мэрс, Кассио, Бентли, имеющих 15 и более дочерей. Качественные показатели молока — химический состав, физико-химические, технологические свойства и санитарно-гигиенические показатели — оценивали четыре раза в трехкратной повторности по общепринятым методам и методикам в молочной лаборатории Уральского государственного аграрного университета.

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что молоко коров-дочерей разных быков-производителей отличается по химическому составу. В молоке коров-дочерей быков-производителей Саян и Кассио выше содержание сухого вещества (СВ), СОМО, белка, молочного сахара. Наблюдалось значительное превосходство этих коров над сверстницами от других быков по МДЖ в молоке ($P \leq 0,001$). Молоко, полученное от коров-дочерей всех быков-производителей, соответствует высшему сорту. Выявлены различия в технологических свойствах молока, а именно в сыропригодности — несмотря на то, что оно все было отнесено ко второму типу, наиболее сыропригодному.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы-дочери, быки-производители, молоко, состав, свойства

Для цитирования: Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В., Темербаева М.В. Качество молока коров-дочерей разных быков-производителей и оценка его пригодности к переработке. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 30–36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36>
© Горелик А.С., Ребезов М.Б., Горелик О.В., Темербаева М.В.

The quality of milk of cows-daughters of different bulls-producers and assessment of its suitability for processing

ABSTRACT

Relevance. The increase in the productive qualities of dairy cattle continues through the further use of purebred bulls-producers of the Holstein breed both of domestic and offoreign breeding, which invariably leads to an increase in the blood of the Holstein breed. Milk is not only a valuable food product, but also raw material for the dairy industry, and its use for the production of certain products is determined by its technological properties, so the study of them in a new genetic formation of dairy cattle in the Middle Urals zone has both scientific and practical interest.

Methods. The research was carried out in one of the typical breeding reproducers for the breeding of Holstein black-and-white cattle of the Sverdlovsk region in the period 2018–2022. The evaluation included first-calf cows that completed the first lactation, obtained and grown on the farm. All cows are descended from breeding bulls Das, Sayan, De-Su, Gavano, Touareg, Marrs, Cassio, Bentley, who all 15 or more daughters. Qualitative indicators of milk— chemical composition, physico-chemical, technological properties and sanitary and hygienic indicators — were evaluated four times in three-fold repetition according to generally accepted methods and techniques in the dairy laboratory of the Ural State Agrarian University.

Results. As a result of the conducted research, it was found that the milk of cows-daughters of different bulls-producers differs in chemical composition. In the milk of cows-daughters of bulls-producers Sayan and Cassio, the content of dry matter (DM), nonfat milk solids, protein, and milk sugar is higher. There was a significant superiority of these cows over their peers from other bulls in MJ in milk ($P \leq 0.001$). Milk obtained from cows-daughters of all bulls-producers corresponds to the highest grade. Differences in the technological properties of milk, namely in cheese suitability, were revealed, despite the fact that it was all attributed to the second type, the most suitable for the manufacture of cheeses.

Key words: cattle, cows-daughters, bulls-producers, milk, composition, properties

For citation: Gorelik A.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Temebayeva M.V. The quality of milk of cows-daughters of different bulls-producers and assessment of its suitability for processing. Agrarian science. 2022; 362 (9): 30–36. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-30-36>
(In Russian).

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

Введение / Introduction

Увеличение производства молока — одна из приоритетных задач агропромышленного комплекса страны, что объясняется большим значением молока как продукта питания и как сырья для молочной промышленности [1–4]. Молоко и молочные продукты, являясь ценными продуктами питания для человека любого возраста и состояния здоровья, имеют и социальное значение, поскольку доступны для населения с низкими доходами. Это позволяет ставить отрасль молочного скотоводства на первое место при планировании развития животноводства в целом.

В настоящее время для получения молока в стране используются животные отечественной черно-пестрой породы крупного рогатого скота. На втором месте находится скот голштинской породы [5–7]. Черно-пестрая порода несколько десятилетий совершенствовалась за счет скрещивания с лучшим мировым генофондом молочного скота — голштинской породой [8, 9]. Это позволило получить большой массив животных с высокой долей кровности по голштинской породе в разных эколого-кормовых и природно-климатических зонах страны, которые отличаются по хозяйственно полезным признакам, что обеспечивается породными ресурсами разных зон разведения [10–15].

В Свердловской области голштинизированный черно-пестрый скот официально оформлен в черно-пеструю породу уральского типа. Все животные имеют высокие показатели продуктивности. Повышение продуктивных качеств молочного скота продолжается путем дальнейшего использования чистопородных быков-производителей голштинской породы как отечественной, так и зарубежной селекции, что неизменно приводит к увеличению кровности по голштинской породе. Таким образом, можно говорить о поглотительном скрещивании поголовья отечественной черно-пестрой породы голштинской [16–21].

Молоко — не только ценный продукт питания, но и сырье для молочной промышленности и к нему как сырье предъявляются определенные требования в соответствии со стандартом ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»; использование его для производства тех или иных продуктов определяется его технологическими свойствами [22] и изучение их у новой генетической формации молочного скота зоны Среднего Урала имеет как научный, так и практический интерес.

Целью работы является изучение молочной продуктивности, состава и свойств молока, в том числе технологических, у коров-дочерей разных быков-производителей голштинизированного черно-пестрого скота.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в одном из типичных племенных репродукторов по разведению голштинского черно-пестрого скота Свердловской области в период 2018–2022 гг.

В оценку вошли коровы-первотелки, закончившие первую лактацию, полученные и выращенные в хозяйстве. Все коровы-дочери,

происходили от быков-производителей Дас, Саян, Де-Су, Гавано, Туарег, Мэрс, Кассио, Бентли, имеющих 15 и более дочерей. Они были распределены по восьми группам в зависимости от принадлежности к быку-производителю: 1-я группа — дочери быка Дас; 2-я группа — дочери быка Саян; 3-я группа — дочери быка Де-Су; 4-я группа — дочери быка Гавано; 5-я группа — дочери быка Туарег; 6-я группа — дочери быка Мэрс; 7-я группа — дочери быка Кассио и 8-я группа — дочери быка Бентли.

Использовали данные зоотехнического и племенного учета из базы программы «Селэкс. Молочные коровы». Учитывали удой за лактацию, МДЖ и МДБ в молоке. Молочную продуктивность оценивали по контрольным дойкам один раз в месяц. МДЖ и МДБ исследовали в молоке каждой коровы один раз в месяц в средней пробе молока на приборе «Лактан-1М». Рассчитывали коэффициент молочности, количество молочного жира и молочного белка за лактацию.

Качественные показатели молока: химический состав, физико-химические, технологические свойства и санитарно-гигиенические показатели — оценивали 4 раза в трехкратной повторности по общепринятым методам и методикам в молочной лаборатории Уральского государственного аграрного университета.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Сельскохозяйственное предприятие занимается разведением голштинизированного скота черно-пестрой породы. Поголовье крупного рогатого скота в 2019 г. было более 3600 голов, в том числе 1600 коров со средней продуктивностью по стаду 6950 кг.

В таблице 1 представлены данные о молочной продуктивности коров-первотелок — дочерей разных быков-производителей, используемых в хозяйстве.

Из таблицы видно, что наибольший удой отмечался в группе первотелок-дочерей быка Гавано. Они достоверно превосходили своих сверстниц из других групп на 445–1523 кг, или на 5,8–23,1% ($P \leq 0,05–0,001$).

Достоверная разница между группами установлена и по МДЖ в молоке ($P \leq 0,01–0,001$) в пользу дочерей быка Де-Су, у которых она составила 4,47%. Следует отметить, что МДБ в молоке при этом была наиболее низкая — 3,04%. Разница по этому показателю между группами составила 0,09–0,13% при $P \leq 0,01$ в пользу молока от дочерей всех остальных быков-производителей.

Таблица 1. Молочная продуктивность коров
Table 1. Dairy productivity of cows

Бык-производитель	Показатель			
	Удой за лактацию, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Коэффициент постоянства лактации
Дас	7661±89,7	3,95±0,03	3,16±0,02	0,79
Саян	7627±121,6	4,00±0,02	3,16±0,01	0,96
Де-Су	7344±78,3	4,37±0,03	3,04±0,01	0,90
Гавано	8106±91,2	3,96±0,01	3,17±0,02	0,85
Туарег	7330±67,9	3,97±0,02	3,16±0,02	0,91
Мэрс	7302±77,9	4,01±0,02	3,15±0,01	0,87
Кассио	6583±64,3	4,01±0,01	3,13±0,02	0,84
Бентли	7477±83,4	3,93±0,02	3,17±0,02	0,86

Рис. 1. Удой за 305 дней лактации первотелок-дочерей разных быков-производителей, кг
Fig. 1. Milk yield for 305 days of lactation of first heifers-daughters of different bulls-producers, kg

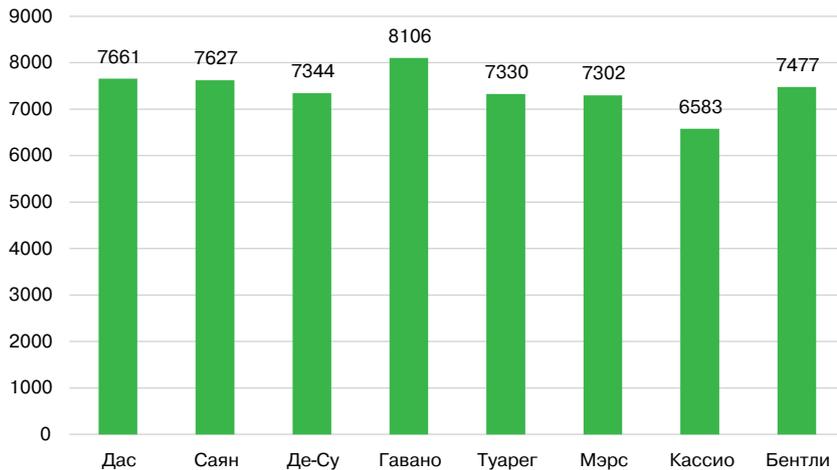


Рис. 2. Качественные показатели молока от дочерей разных быков-производителей, %
Fig. 2. Qualitative indicators of milk from daughters of different bulls-producers, %

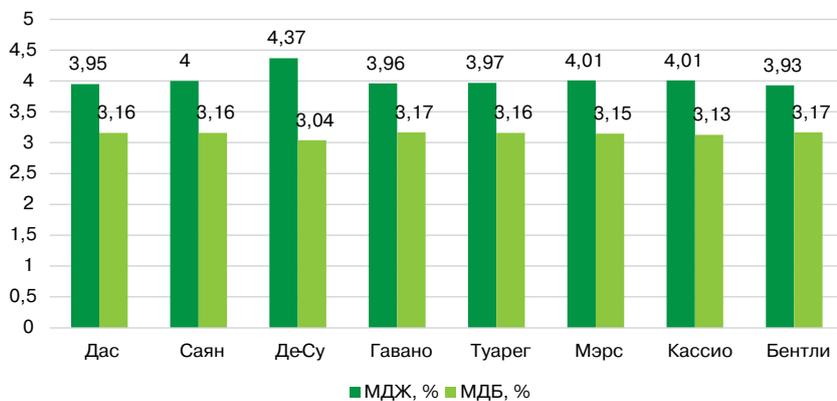


Таблица 2. Химический состав молока, %
Table 2. Chemical composition of milk, %

Бык-производитель	СВ	СОМО	МДЖ	МДБ			Лактоза	Зола	Калорийность, ккал
				общий	казеин	сывороточные белки			
Дас	12,79 ±0,33	8,92 ±0,18	3,95 ±0,03	3,38 ±0,02	2,66 ±0,01	0,72 ±0,001	4,78 ±0,02	0,75 ±0,001	70,20 ±0,35
Саян	13,13 ±0,28	9,13 ±0,15	4,00 ±0,02	3,44 ±0,01	2,71 ±0,02	0,73 ±0,002	4,89 ±0,03	0,76 ±0,003	71,36 ±0,41
Де-Су	13,01 ±0,32	8,70 ±0,13	4,37 ±0,03	3,41 ±0,01	2,69 ±0,01	0,72 ±0,002	4,66 ±0,02	0,73 ±0,003	73,74 ±0,35
Гавано	12,91 ±0,33	9,03 ±0,17	3,96 ±0,01	3,41 ±0,02	2,69 ±0,02	0,72 ±0,001	4,83 ±0,01	0,76 ±0,002	70,62 ±0,28
Туарег	12,97 ±0,26	9,08 ±0,15	3,97 ±0,02	3,42 ±0,03	2,69 ±0,02	0,73 ±0,002	4,86 ±0,03	0,76 ±0,002	70,88 ±0,32
Мэрс	12,63 ±0,23	8,74 ±0,12	4,01 ±0,02	3,35 ±0,02	2,64 ±0,02	0,71 ±0,003	4,68 ±0,01	0,73 ±0,001	70,23 ±0,23
Кассио	13,09 ±0,28	9,16 ±0,16	4,01 ±0,01	3,45 ±0,02	2,72 ±0,01	0,73 ±0,001	4,91 ±0,03	0,77 ±0,020	71,58 ±0,35
Бентли	12,91 ±0,23	9,08 ±0,14	3,93 ±0,02	3,41 ±0,01	2,69 ±0,01	0,72 ±0,002	4,86 ±0,02	0,76 ±0,020	70,46 ±0,32

лей. Лучше разницу по удою за лактацию видно на рисунке 1.

Самые высокие показатели по уровню молочной продуктивности имели дочери быка-производителя Гавано, на втором месте — дочери быка-производителя Дас. При этом необходимо отметить, что удои за лактацию у всех изучаемых животных находились в пределах 6583 (дочери быка Кассио) — 8106 (дочери быка Гавано) кг, что говорит о высоком потенциале продуктивности у коров данного стада. Превосходство дочерей быка Гавано по удою составило от 445 до 1523 кг, или 5,5–18,8%, и было достоверным ($P \leq 0,05-0,01$).

Молочная продуктивность оценивается как по количественным показателям, так и по качественным. В нашем случае это МДЖ и МДБ в молоке. Дочери оцениваемых быков-производителей имели различные показатели по содержанию жира и белка в молоке (МДЖ и МДБ) (рисунок 2).

От качественных показателей молока зависит пищевая и биологическая ценность молока как продукта питания. Самые высокие показатели по МДЖ в молоке установлены у дочерей быка Де-Су. 4,0 и 4,01% жира было в молоке коров-дочерей быков Саян, Мэрс и Кассио. По МДБ в молоке в худшую сторону отличались коровы от быка Де-Су. В молоке коров-дочерей остальных быков-производителей МДБ была в пределах 3,13–3,17%.

Более полная оценка пищевой и биологической полноценности молока проводится по его химическому составу, а безопасности для потребителя — по физико-химическим, санитарно-гигиеническим показателям и показателям безопасности, которые представлены в ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» (действующий стандарт распространяется на коровье сырое молоко, подвергнутое первичной обработке (очистке от механических примесей и охлаждению до температуры $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$) после дойки и предназначенное для промышленной переработки).

Нами была проведена оценка данных групп показателей в молоке коров-дочерей оцениваемых быков-производителей.

Основные показатели химического состава молока представлены в таблице 2.

Из таблицы хорошо видно, что молоко коров-дочерей разных бы-

ков-производителей отличается по химическому составу. Так, повышенное содержание сухого вещества (СВ), СОМО, белка, молочного сахара или лактозы установлено в молоке коров-дочерей быков-производителей Саян и Кассио, несколько им уступали дочери быка Де-Су, но содержание СОМО в молоке этих первотелок было достоверно ниже ($P \leq 0,05$), чем у дочерей быков Саян и Кассио. Следует отметить значительное превосходство этих коров над сверстницами от других быков по МДЖ в молоке ($P \leq 0,001$).

Установлены достоверные различия по общему белку, казеину и сывороточным белкам между разными группами дочерей при разных уровнях достоверности. Эту разницу хорошо видно на рисунке 3.

Наиболее высокие показатели МДБ установлены в молоке коров-дочерей быков Саяна и Кассио. Уступали им дочери быков Де-Су, Гавано, Туарег и Бентли — на 0,02–0,03%. Достоверно они по количеству белка в молоке превосходили дочерей быков Дас (при $P \leq 0,01$) и Мэрс (при $P \leq 0,001$). Подобные данные были получены и по видам белка в молоке. Больше всего казеина и сывороточных белков было в молоке дочерей быка Кассио ($P \leq 0,05–0,01$).

МДЖ и МДБ в молоке — наиболее изменчивые показатели, которые могут изменяться в течение всей лактации и даже в течение одного дня, их содержание зависит от множества факторов окружающей среды, в том числе и температуры и т.д., несмотря на то, что коэффициент наследуемости МДЖ в молоке составляет 0,60–0,78. Молочный сахар — наиболее постоянный компонент молока и его изменчивость в течение лактации незначительна, однако этот показатель имеет высокий коэффициент наследуемости — более 0,8.

На рисунке 4 представлены данные о содержании лактозы в молоке коров-дочерей оцениваемых быков-производителей.

На рисунке хорошо видна разница в содержании молочного сахара лактозы в молоке коров-дочерей разных быков-производителей. Поскольку этот показатель — высоконаследуемый, можно говорить о характерной особенности состава молока дочерей того или иного быка-производителя. Лактоза является питательным веществом для головного мозга, благотворно действует на развитие внутренних органов, нервной системы и т.д., то есть относится к биологически полноценным компонентам, необходимым для нормальной жизнедея-

Рис. 3. Содержание белка и его видов в молоке коров-дочерей, %

Fig. 3. Protein content and its types in milk of cows-daughters, %

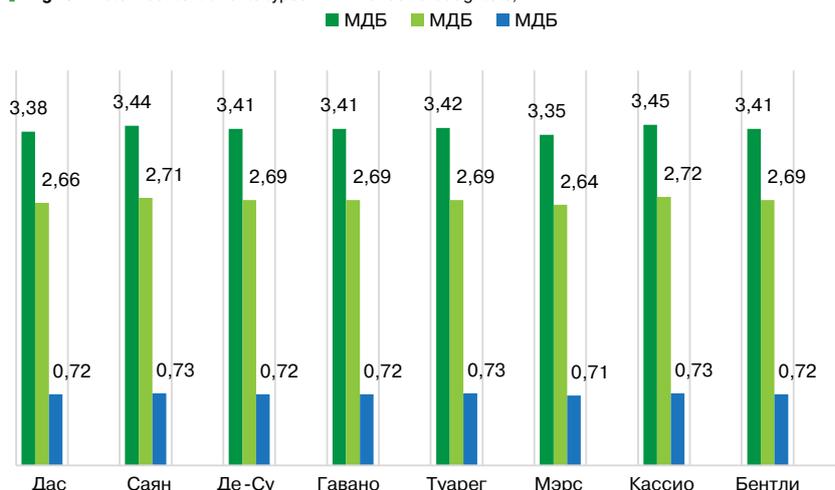


Рис. 4. Содержание лактозы в молоке, %

Fig. 4. Lactose content in milk, %

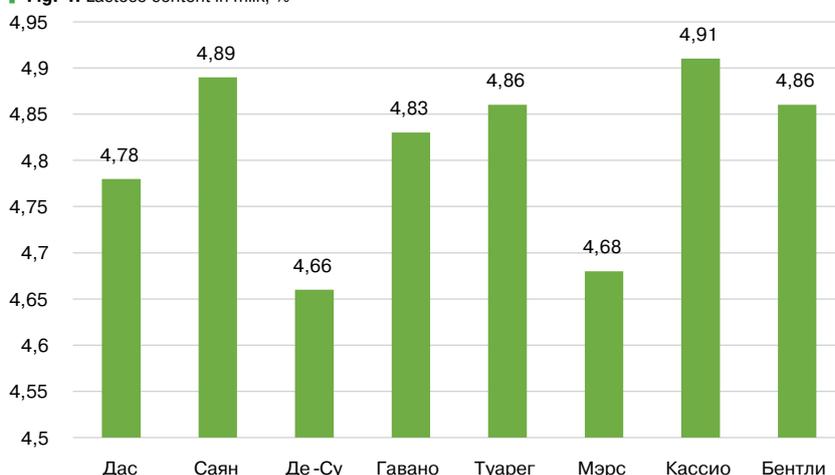


Таблица 3. Физико-химические свойства молока

Table 3. Physico-chemical properties of milk

Бык-производитель	Показатель			
	Температура молока, °С	Температура заморозания, °С	Плотность, г/см ³	Титруемая кислотность, °Т
Дас	4,0±0,10	-0,538±0,003	1,0298±0,002	16,0±0,02
Саян	3,9±0,05	-0,541±0,002	1,0303±0,001	16,3±0,01
Де-Су	4,0±0,20	-0,534±0,002	1,0286±0,002	16,1±0,03
Гавано	4,0±0,05	-0,543±0,003	1,0302±0,001	16,0±0,01
Туарег	4,0±0,05	-0,542±0,002	1,0304±0,001	16,0±0,01
Мэрс	3,9±0,20	-0,533±0,002	1,0292±0,001	16,2±0,03
Кассио	4,1±0,05	-0,537±0,003	1,0307±0,001	16,0±0,01
Бентли	4,1±0,05	-0,543±0,003	1,0305±0,001	16,1±0,01

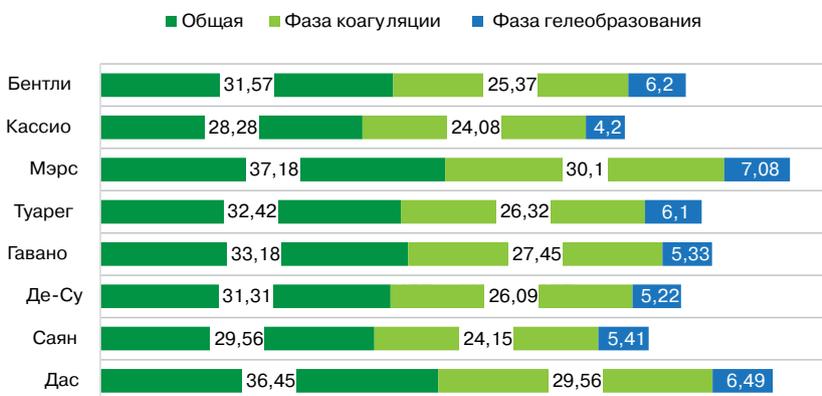
тельности организма, особенно в детском возрасте. Разница между группами дочерей имеет высокую степень достоверности ($P \leq 0,001$).

Плотность молока является одним из показателей натуральности молока. Она должна быть, в соответствии с ГОСТ 31449-2013, для молока высшего сорта — не менее 1,028 г/см³, а для остального — не менее

Таблица 4. Санитарно-гигиенические показатели молока
Table 4. Sanitary and hygienic indicators of milk

Бык-производитель	Показатель		
	Бактериальная обсемененность, тыс. микр. тел./см ³	Наличие соматических клеток, тыс./см ³	Сычужно-бродильная проба, класс
Дас	189±8,97	96±3,21	1
Саян	202±4,34	102±4,32	2
Де-Су	196±7,18	89±2,89	2
Гавано	187±3,39	98±3,24	1
Туарег	199±6,77	101±4,67	1
Мэрс	189±12,09	98±3,98	1
Кассио	201±9,34	96±2,97	2
Бентли	202±6,52	87±3,12	1

Рис. 5. Длительность фаз сычужной свертываемости молока коров-дочерей, мин., сек
Fig. 5. Duration of phases of rennet coagulation of milk of cows-daughters, min., sec



1,027 г/см³, что говорит о нормальном соотношении содержания компонентов сухого вещества, которое обеспечивает этот уровень плотности. Изменение плотности в ту или иную сторону, ниже 1,027 г/см³ или выше 1,030 г/см³, говорит о нарушениях, связанных с состоянием здоровья животных, или нарушениях при производстве молока (таблица 3).

Из данных таблицы хорошо видно, что по показателям плотности все молоко является натуральным, что подтверждается и вторым показателем натуральности — температурой замерзания. Она в пробах молока от дочерей всех быков-производителей оказалась близкой к средним показателям по стране и ниже требований ГОСТ 31449-2013, что соответствует молоку хорошего качества.

Титруемая кислотность — также показатель качества молока, соответствующий оценке его свежести. Свежее молоко, полученное от здоровых животных, имеет кислотность 16–18 °Т, а изменение ее в ту или иную сторону говорит о каких-то изменениях и нарушениях, либо обмена веществ у самих коров, либо допущенных при производстве, первичной переработке и кратковременном хранении молока. В нашем случае молоко дочерей оцениваемых быков-производителей было получено от здоровых коров, при соблюдении всех санитарно-ветеринарных требований и прошло первичную обработку в соответствующие сроки после доения.

Помимо оценки свежести, титруемая кислотность может служить показателем санитарно-гигиенического

состояния молока. От санитарно-гигиенических показателей напрямую зависит использование молока для переработки в молочные продукты (таблица 4).

Молоко, полученное от первотелок-дочерей всех быков-производителей, — высокого качества с низкими показателями бактериальной обсемененности и соматических клеток, содержание которых позволяет отнести полученное молоко по этим показателям к высшему сорту. Установлены некоторые различия по сычужно-бродильной пробе, но они не оказывают существенного влияния на дальнейшее его использование для производства тех или иных продуктов.

При направлении молока на производство тех или иных продуктов учитывают его пригодность, а именно технологические свойства, необходимые для производства тех или иных продуктов, которые определяются количеством, структурой и свойствами того или иного компонента молока.

Термоустойчивость (или термостабильность, термостойкость, теплостабильность) молока определяется способностью казеина оставаться в коллоидной суспензии, а сывороточных белков — в растворе при воздействии высоких температур. То есть термоустойчивость — это технологическое свойство молока выдерживать воз-

действие высоких температур без коагуляции белков. Стойкость белков при нагревании — одна из важных и не решенных до конца проблем, имеющих значение для производства молочных продуктов, технологический процесс которых включает интенсивную тепловую обработку [20].

Оценка термоустойчивости молока дочерей разных быков-производителей показала, что она не зависит от происхождения; все молоко соответствовало 1-й группе по термостабильности и оставалось устойчивым в присутствии 80%-го спирта.

Для оценки пригодности молока к переработке в сыр большое значение имеют такие показатели, как содержание казеина, размеры мицелл казеина, соотношение фракций казеина и сычужная свертываемость молока, от которых зависит качество сгустка и, соответственно, качество готового продукта и его выход.

По сыропригодности молоко в зависимости от продолжительности сычужной свертываемости подразделяют на три типа.

Нами была проведена оценка сычужной свертываемости молока коров-дочерей разных быков-производителей (рисунок 5).

Продолжительность свертывания молока животных опытных групп сычужным ферментом показала, что оно по этому показателю отнесено ко второму типу, наиболее пригодному для производства сыра.

Лучшей скоростью свертывания под действием сычужного фермента отличалось молоко коров-дочерей

от быков-производителей Саяна и Кассио. Так, выявлено, что фаза коагуляции у молока коров этих групп была короче, чем у молока первотелок из других групп дочерей оцениваемых быков-производителей ($P \leq 0,001$), на $1'29''-5'55''$. Общая продолжительность свертываемости молока дочерей быков Саяна и Кассио также была меньше, чем в других группах, на $3'03''-7'22''$ ($P \leq 0,001$). Получена достоверная разница между длительностью свертывания молока коров быков Дас и Мэрс и и молока других групп в пользу последних, у которых продолжительность свертывания молока в присутствии сычужного фермента составила от $31'31''$ до $33'18''$ ($P \leq 0,01-0,001$).

Важное значение для характеристики пригодности молока в сыроделии имеет продолжительность фазы гелеобразования, от которой зависит качество сгустка. Чем короче фаза гелеобразования, тем плотнее сгусток. Наиболее короткой фазой гелеобразования характеризовалось молоко коров-дочерей быка Кассио, в молоке дочерей быка Мэрса она была самой длительной.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках научных исследований Уральского государственного аграрного университета, номер государственной регистрации: AAAA-A19-1191014000069.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лоретц О.Г., Петрова О.Г., Барашкин М.И., Мильштейн И.М., Петров Е.А. Молоко и экономика молочного-продуктового подкомплекса АПК. Екатеринбург, 2019; 248 с.
2. Ражина Е.В., Лоретц О.Г. Влияние генетического потенциала на молочную продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота. В сборнике: *От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий*. 2021. 213–214.
3. Чеченихина О.С., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Степанов А.В. Чеченихина О.С., Быкова О.А. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов. *Аграрный вестник Урала*. 2021; 209(8): 71–79.
4. Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Сидорова Д.В., Новицкая К.В. Влияние уровня голштинизации на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018; 32(8): 60–61.
5. Гридина С.Л., Гридин В.Ф., Лешонков О.И., Гусева Л.В. Динамика развития племенного молочного животноводства Свердловской области. *Аграрный вестник Урала*. 2018; 175(8): 30–34.
6. Сермягин А.А., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Костюнина О.В., Зиновьева Н.А. Оценка геномной вариативности продуктивных признаков у животных голштинизированной черно-пестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(2): 257–274.
7. Горелик О.В., Лиходеевская О.Е., Харлап С.Ю. Анализ причин выбытия маточного поголовья крупного рогатого скота. *Приоритетные направления регионального развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием*. Курган, 2020. 662–666.
8. Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения. *Молочнохозяйственный вестник*. 2020; 37(1): 90–102.
9. Ревина Г.Б., Асташенкова Л.И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы. *Сельскохозяйственные науки*. 2018; 74(8): 84–87.
10. Гридин В.Ф., Гридина С.Л. Анализ породного и классного состава крупного рогатого скота Уральского региона. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019; (1): 50–51.
11. Колесникова А.В. Степень использования генетического потенциала голштинских быков-производителей различной селекции. *Зоотехния*. 2017; (1): 10–12.
12. Молчанова Н.В., Сельцов В.И. Влияние методов разведения на продуктивное долголетие и пожизненную продуктивность коров. *Зоотехния*. 2016; (9): 2–4.

Сычужная свертываемость молока, а также продолжительность фазы гелеобразования в значительной степени связаны с размером мицелл казеина и содержанием в нем β -казеина.

Выводы / Conclusion

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в хозяйстве разводится высокопродуктивный молочный скот, полученный от быков-производителей голштинской породы. Молоко коров-дочерей разных быков-производителей отличается между собой по химическому составу, достоверно по МДЖ, МДБ и видам белка, а также по содержанию молочного сахара — лактозы, что позволяет сделать вывод о влиянии происхождения на химический состав молока коров. Имеются различия в технологических свойствах молока, а именно в сыропригодности, — несмотря на то, что все молоко было отнесено ко второму типу, наиболее сыропригодному.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

FUNDING

The work was carried out within the framework of scientific research of the Ural State Agrarian University, state registration number: AAA-A19-1191014000069.

REFERENCES

1. Loretts O.G., Petrova O.G., Barashkin M.I., Milshtein I.M., Petrov E.A. Milk and the economy of the dairy subcomplex of the agro-industrial complex. Yekaterinburg, 2019; 248 p. (In Russian)
2. Razhina E.V., Loretts O.G. Influence of genetic potential on milk productivity of Holsteinized Black-and-White cattle. In the collection: *From import substitution to export potential: scientific support for the innovative development of animal husbandry and biotechnology*. 2021. 213–214. (In Russian)
3. Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Loretts O.G., Stepanov A.V. Chechenikhina O.S., Bykova O.A. Age of retirement of cows from the herd depending on genetic and paratypic factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; 209(8): 71–79. (In Russian)
4. Gridina S.L., Gridin V.F., Sidorova D.V., Novitskaya K.V. Influence of the level of Holsteinization on the milk productivity of Black-and-White cows. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2018; 32(8): 60–61. (In Russian)
5. Gridina S.L., Gridin V.F., Leshonok O.I., Guseva L.V. Dynamics of development of pedigree dairy farming in the Sverdlovsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018; 175(8): 30–34. (In Russian)
6. Sermyagin A.A., Bykova O.A., Loretts O.G., Kostyunina O.V., Zinovieva N.A. Estimation of genomic variability of productive traits in animals of the Holsteinized Black-and-White breed based on GWAS analysis and ROH patterns. *Agricultural biology*. 2020; 55(2): 257–274. (In Russian)
7. Gorelik O.V., Likhodeevskaya O.E., Harlap S.Yu. Analysis of the reasons for the retirement of the breeding stock of cattle. *Priority directions of regional development: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation*. Kurgan, 2020. 662–666. (In Russian)
8. Chechenikhina O.S., Smirnova E.S. Biological and productive features of Black-and-White breed cows with different milking technology. *Dairy Bulletin*. 2020; 37(1): 90–102. (In Russian)
9. Revina G.B., Astashenkova L.I. Increasing the productive longevity of Holstein cows. *Agricultural sciences*. 2018; 74(8): 84–87. (In Russian)
10. Gridin V.F., Gridina S.L. Analysis of the breed and class composition of cattle in the Ural region. *Russian agricultural science*. 2019; (1): 50–51. (In Russian)
11. Kolesnikova A.V. The degree of use of the genetic potential of Holstein sires of various selections. *Zootechinics*. 2017; (1): 10–12. (In Russian)
12. Molchanova N.V., Seltsov V.I. Influence of breeding methods on productive longevity and lifetime productivity of cows. *Zootechinics*. 2016; (9): 2–4. (In Russian)

13. Горелик О.В., Лавров А.А., Лаврова Ю.Е., Белококов А.А. Причины выбытия коров в зависимости от происхождения. *Аграрный вестник Урала*. 2021; 204(1): 36–45.
14. Жуманов К.Ж., Карымсаков Т.Н., Кинеев М.А., Баймуханов А.Д. Разработка и оптимизация уравнений смешанной модели BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей голштинской черно-пестрой породы Республики Казахстан. *Аграрная наука*. 2021; 345(2): 33–36.
15. Донник И.М., Мымрин С.В. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота. *Главный зоотехник*. 2016; (8): 20–32.
16. Донник И.М., Мымрин С.В. Повышение биоресурсного потенциала быков-производителей. *Главный зоотехник*. 2016; (4): 7–14.
17. Gridina S., Gridin V., Leshonok O. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status. *Advances in Engineering Research*, 2018. 253–256.
18. Chechenikhina O., Loretts O., Bykova O., Shatskikh E., Gridin V., Topuriya L. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2018; 9(1): 587–593.
19. Ткаченко И., Гридин В., Гридина С. Результаты исследований Федерального государственного научного учреждения “Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства” по выявлению взаимосвязи продуктивности коров уральского типа с иммунным статусом, 2016; 85–90.
20. Skvortsov E., Bykova O., Mymrin V., Skvortsova E., Neverova O., Nabokov V., Kosilov V. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018; (8): 291–299.
21. Мищурина Е.А., Гамко Л.Н. Качественные показатели молока, продуктивность лактирующих коров и изменения состава крови при скармливании минеральных добавок. *Аграрная наука*. 2021; 344(1): 26–29.
22. Mymrin V., Loretts O. Contemporary trends in the formation of economically-beneficial qualities in productive animals. *Digital agriculture development strategy Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019)/ Advances in Intelligent Systems Research*, 2019; 511–514.
13. Gorelik O.V., Lavrov A.A., Lavrova Yu.E., Belookov A.A. Reasons for the disposal of cows depending on the origin. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; 204(1): 36–45. (In Russian)
14. Zhumanov K.Z., Karymsakov T.N., Kineev M.A., Baimukanov A.D. Development and optimization of the equations of the mixed BLUP model for the evaluation of the breed value of bulls-producers of the golstin black-mottoned breed of the Republic of Kazakhstan. *Agrarian science*. 2021; (2): 33–36. (In Russian)
15. Donnik I.M., Mymrin S.V. The role of genetic factors in increasing the productivity of cattle. *Chief livestock specialist*. 2016; (8): 20–32. (In Russian)
16. Donnik I.M., Mymrin S.V. Increasing the bioresource potential of sires. *Chief livestock specialist*. 2016; (4): 7–14. (In Russian)
17. Gridina S., Gridin V., Leshonok O. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status. *Advances in Engineering Research*, 2018. 253–256.
18. Chechenikhina O., Loretts O., Bykova O., Shatskikh E., Gridin V., Topuriya L. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2018; 9(1): 587–593.
19. Tkachenko I., Gridin V., Gridina S. Results of researches federal state scientific institution “Ural research institute for agri-culture” on identification of interrelation efficiency cows of the Ural type with the immune status, 2016; 85–90. (In Russian)
20. Skvortsov E., Bykova O., Mymrin V., Skvortsova E., Neverova O., Nabokov V., Kosilov V. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018; (8): 291–299.
21. Mitsurina E.A., Gamko L.N. Qualitative indicators of milk, the productivity of lactating cows and changes in blood composition when feeding mineral supplements. *Agrarian science*. 2021; 344(1): 26–29. (In Russian)
22. Mymrin V., Loretts O. Contemporary trends in the formation of economically-beneficial qualities in productive animals. *Digital agriculture development strategy Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019)/ Advances in Intelligent Systems Research*, 2019; 511–514.

ОБ АВТОРАХ:

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

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

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

Марина Викторовна Темербаева, кандидат технических наук, профессор, Инновационный Евразийский университет, ул. Ломова 45, Павлодар, 140008, Республика Казахстан
E-mail: marvik75@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9796-8031>

ABOUT THE AUTHORS:

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

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

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

Marina Viktorovna Temebayeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Innovative University of Eurasia. 45 Lomov str., Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan
E-mail: marvik75@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9796-8031>

УДК 636.3.087.8:579.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41

В. Н. Романов

Федеральный исследовательский центр
животноводства имени академика Л.К.
Эрнста, Подольск, Российская Федерация

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Поступила в редакцию:
02.06.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41

Viktor N. Romanov

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

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Received by the editorial office:
02.06.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Научный интерес представляют исследования по изучению физиологического действия ассоциации пробиотических штаммов микроорганизмов для последующего их использования жвачным животным с целью роста продуктивности при повышении адаптивных возможностей организма

Методы. Для изучения влияния скармливания ассоциации пробиотиков в рассыпном и гранулированном видах проведены физиологические опыты на животных, имеющих хронические фистулы рубца, с изучением особенностей потребления и переваримости питательных веществ кормов, баланса азота, показателей рубцового пищеварения, микробиоты толстого отдела кишечника, особенностей обменных процессов в организме и показателей естественной резистентности по общепринятым современным методам исследований.

Результаты. Выявлено положительное действие скармливания ассоциации пробиотиков в дозе 7 г/гол./сут. россыпью и в минигранулах на потребление кормов, их переваримость, с увеличением суммы составных питательных веществ и повышением коэффициентов переваримости, а также ретенции азота. В рубцовом содержимом установлены более высокие уровни образования массы бактерий, простейших, их суммы как до, так и после кормления, при более высокой концентрации ЛЖК, амилитической активности. В микробиологических исследованиях кала под влиянием ассоциации пробиотиков установлены более высокие уровни лактобактерий, бифидобактерий при более низком уровне лактозоположительных непатогенных микроорганизмов, относящихся к группе кишечной палочки патогенных плесеней, энтерококков. Установлено улучшение углеводно-жирового и белкового обмена, а также гематологических показателей крови в организме животных, получавших пробиотические штаммы. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения ассоциации пробиотиков жвачным животным для улучшения метаболических процессов в организме как основы роста продуктивности и для повышения адаптивных возможностей.

Ключевые слова: овцы, пробиотики, рубец, пищеварение, переваримость, микрофлора кала, кровь, обмен веществ

Для цитирования: Романов В.Н. Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец. *Аграрная наука*; 2022; 362 (9): 37–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41>

© Романов В.Н.

The effectiveness of the association of probiotics in the diets of sheep

ABSTRACT

Relevance. Of scientific interest are studies on the physiological effect of the association of probiotic strains of microorganisms for their subsequent use by ruminants in order to increase productivity due to increasing the adaptive capabilities of the body.

Methods. To study the effect of feeding the association of probiotics in loose and granular species, physiological experiments were conducted on animals with chronic rumen fistulas, with the study of the characteristics of consumption and digestibility of feed nutrients, nitrogen balance, indicators of scar digestion, microbiota of the large intestine, features of metabolic processes in the body and indicators of natural resistance according to generally accepted modern research methods.

Results. The positive effect of feeding the association of probiotics at dosage 7 g/head/day in bulk and in mini-granules on feed consumption, digestibility was revealed, with an increase in the amount of compound nutrients and an increase in digestibility coefficients, as well as nitrogen retention. Higher levels of mass formation of bacteria, protozoa, their amounts both before and after feeding, with a higher concentration of volatile fatty acids, amylolytic activity were found in the scar content. In microbiological studies of feces under the influence of the probiotic association, higher levels of lactobacilli, bifidobacteria were found, with a lower level of lactose-positive non-pathogenic microorganisms belonging to the *Escherichia coli* group of pathogenic molds, enterococci. The improvement of carbohydrate-fat and protein metabolism, as well as hematological parameters of blood in the body of animals receiving probiotic strains was found. The data obtained indicate the expediency of using probiotic associations in ruminants to improve metabolic processes in the body as a basis for increasing productivity and to improve adaptive capabilities.

Key words: sheep, probiotics, scar, digestion, digestibility, fecal microflora, blood, metabolism

For citation: Romanov V.N. The effectiveness of the association of probiotics in the diets of sheep. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 37–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41> (In Russian)

© Romanov V.N.

Введение / Introduction

Из-за необходимости обеспечения животного организма биологически полноценным питанием актуальным является поиск, изучение и направленное применение пробиотических штаммов микроорганизмов, способствующих улучшению пищеварительных и обменных процессов в организме сельскохозяйственных животных, реализации генетического потенциала их продуктивности при сохранении здоровья [1, 2]. Хотя имеются данные об эффективности применения различных штаммов микроорганизмов сельскохозяйственных животных, не уделяется должного внимания возможностям комплексного применения ассоциации пробиотиков различной направленности физиологического действия с возможностью повышения эффективности их применения.

Учитывая уникальные особенности пищеварительно-го аппарата жвачных животных: наличие разнообразных микробных сообществ, использующих лигноцеллюлозный материал кормов, образование высокоценного энергопластического материала для организма животного-хозяина в виде летучих жирных кислот (ЛЖК), а также способность превращать небелковый азот в микробный белок, особое внимание следует уделять поиску высокоэффективных пробиотических штаммов как высокого целлюлозо-амилолитического действия, так и способствующих подавлению жизнедеятельности условно- и безусловно патогенных штаммов микроорганизмов желудочно-кишечного тракта, что может обеспечить повышение адаптивных возможностей животного организма и рост продуктивности [3–6].

В числе пробиотических штаммов молочнокислых бактерий, находящихся в настоящее время широкое применение в животноводстве, — *Enterococcus faecium* 1–35 («Целлобактерин+»), производимый в ООО «Биотроф» (Россия). В ранее проведенных исследованиях установлено, что его применение способствует увеличению симбиотной микробальной массы с активацией ферментации, увеличению образования ЛЖК, повышению переваримости питательных веществ кормов. При этом выявлена активизация выработки энтероцинов с антагонистической активностью штаммов к ряду нежелательных микроорганизмов, а также стимулирующее действие штаммов на регенерацию эпителия кишечника [7–9].

Модуляторами микрофлоры желудочно-кишечного тракта с высокой антимикробной активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов могут являться спорообразующие бактерии *Bacillus megaterium* с механизмом синтеза аминоклицидов [10, 11].

В этой связи научно-практический интерес представляет изучение физиологического действия инновационного препарата — ассоциации бактерий *Enterococcus faecium* 1–35 ($3,8 \times 10^7$ колониеобразующих единиц бактерий, КОЕ) и *Bacillus megaterium* В-4801 ($3,8 \times 10^7$ КОЕ), производства ООО «Биотроф». Ожидается улучшение пищеварительных и обменных процессов в организме жвачных животных при оптимизации биотопа желудочно-кишечного тракта, с опровергаемой биодеструкцией актериальных и грибных токсинов.

При этом определенный научно-практический интерес представляет изучение возможностей улучшения физиологического действия ферментно-пробиотических препаратов путем скармливания их в гранулированном виде. Предполагается, что это приведет к пролонгированному действию их в организме, а также к

повышению сохранения активности анаэробных штаммов микроорганизмов в процессе их хранения.

С целью изучения физиологического действия ассоциации пробиотических штаммов решались следующие задачи:

- изучить влияние скармливания ассоциации пробиотиков в рассыпном (П) и гранулированном (Пг) видах на потребление и переваримость питательных веществ кормов, баланс азота, показатели рубцового пищеварения, микробиоты толстого отдела кишечника, особенности обменных процессов и показатели естественной резистентности в организме подопытных животных;
- выявить целесообразность гранулирования на основе результатов сравнительного изучения физиологического действия П и Пг относительно контроля.

Материал и методы исследования / Materials and method

Физиологические исследования проводились в условиях вивария ФБГНУ ФИЦ ВИЖ методом групп и периодов [12] на полутороговых овец романовской породы средней живой массой 45 кг, имеющих фистулы рубца по Басову, в группах было по 3 животных.

Для определения влияния П и Пг на поедаемость проводился ежедневный индивидуальный учет задаваемых кормов и остатков на протяжении всего учетного периода физиологических исследований в течение 7 дней, с предварительным 21-дневным периодом скармливания пробиотического комплекса. По окончании физиологического балансового опыта [13] в лаборатории химико-аналитических исследований ФБГНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста проведены химические анализы в средних пробах кормов, кала и мочи по общепринятым методикам [14].

Изучение метаболических процессов в рубце у подопытных животных проводилось в содержимом, взятом до кормления и через 3 часа после кормления, с определением показателей: pH, общее количество летучих жирных кислот — методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; аммиачный азот — микродиффузным методом по Конвею; амилолитическая активность — фотометрическим методом, биомасса простейших и бактерий в рубцовом содержимом — методом дифференцированного центрифугирования на центрифуге «BECKMAN» (Германия) «J2–21 Centrifuge» сэкспозицией 20 минут при 150 00 оборотах.

По окончании опыта у подопытных животных производился забор крови из яремной вены ($n = 3$) с последующим определением биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевины, билирубин общий, холестерин общий, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ, триглицериды) и гематологических (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) показателей на автоматическом биохимическом анализаторе «ChemWell» («Awareness Technology», США) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

В лаборатории микробиологии ФБГНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по пробам крови определялись показатели неспецифической резистентности подопытных животных: бактерицидная активность — фотонейлометрическим методом, лизоцимная активность — методом В.И. Мутовина, фагоцитарная активность клеток крови — определением поглощающей и переваривающей способности. Также в лаборатории микробиологии определялись микробиологические показатели кала подопытных животных.

Полученные в опыте материалы обработаны биометрически с вычислением следующих величин: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка ($\pm m$) и уровень значимости (p). Результаты исследования считаются достоверными при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

С основным рационом (ОР) животные получали 1,5 кг сена и 0,4 кг комбикорма на голову в сутки. Животным 1-й опытной группы в смеси с комбикормом П скармливали в количестве 7 гр/гол. в сутки россыпью, 2-я опытная группа получала Пг в виде минигранул диаметром 2,5 мм.

Выявлено увеличение поедаемости сена при одинаковом потреблении концентратов, повышение потребления составных питательных веществ рациона животными, получавшими ассоциацию пробиотиков (1-я и 2-я опытные группы), по сухому веществу на 26,1 и 24,4% соответственно, органическому — на 27,1 и 25,1%, сырому протеину — на 6,6 и 5,4%, сырому жиру — на 16,1 и 8,6%, сырой клетчатке — на 15,1 и 11,6%, БЭВ — на 37,3 и 36,5% относительно контроля, что было обусловлено улучшением направленности пищеварительных процессов в организме, в частности рубцового метаболизма.

При общих тенденциях снижения уровня рН рубцового содержимого после кормления, характерного для всех животных в группах, не выявлено существенной разницы в показателях концентрации аммиака. Установлен более высокий уровень образования ЛЖК в рубце животных, получавших П, составивший $7,80 \pm 0,33$ Ммоль/100 мл до кормления, что выше на 14,5% относительно контроля, через три часа после кормления — $10,14 \pm 0,48$ Ммоль/100 мл ($p < 0,05$), что выше на 17,9%, тогда как при использовании гранулированной формы разница была несколько ниже, составив $7,47 \pm 0,43$ Ммоль/100 мл (выше на 9,7%) и $9,91 \pm 0,29$ Ммоль/100 мл ($p < 0,05$), что выше на 15,2%. Также выявлено и повышение амилолитической активности в рубцовом содержимом животных, получавших ассоциацию пробиотиков, составившей $18,17 \pm 0,23$ Е/мл ($p < 0,01$) в 1-й и $17,33 \pm 0,33$ Е/мл во 2-й опытных группах против $16,49 \pm 0,21$ Е/мл в контрольной (выше, соответственно, на 10,2 и 5,1%).

Положительные изменения в интенсивности броодильных процессов и ферментативной активности рубцового содержимого связаны с увеличением образования микробальной массы вследствие применения ассоциации пробиотических штаммов (табл. 1).

Выявлено достоверно более высокое образование массы бактерий в содержимом рубца животных 1-й

опытной группы, получавших П, как до кормления — на 35,9%, простейших — на 84,6% и их суммы — на 53,8%, так и через 3 часа после кормления — на 12,7; 40,5 и 23,9% соответственно. В содержимом рубца животных, получавших Пг, разница была менее значительной, составив по массе бактерий 23,1%, простейших — 53,8% и их суммы — 35,4% до кормления и соответственно 7,3; 29,7 и 16,3% через 3 часа после кормления.

Положительные изменения в направленности пищеварительных процессов при использовании как П, так и Пг, обусловили улучшение переваримости питательных веществ, при установленном повышении показателей видимой переваримости количества переваренного сухого вещества в 1-й опытной группе на 29,8% ($p < 0,05$), во 2-й — на 27,2%, в том числе органического — на 31,3% ($p < 0,05$) и 28,4%, сырого протеина — на 7,0% и 6,0%, сырого жира — на 17,7% и 10,6%, сырой клетчатки — на 20,4% ($p < 0,05$) и 16,8% ($p < 0,05$), БЭВ — на 41,8% ($p < 0,05$) и 38,8% ($p < 0,05$). При этом абсолютное повышение коэффициентов переваримости сухого вещества у животных 1-й опытной группы составило 1,9% ($p < 0,05$), органического — 2,2% ($p < 0,05$), протеина — 0,3%, жира — 1,2%, БЭВ — 2,0% ($p < 0,05$), клетчатки — 2,8% ($p < 0,05$), у животных 2-й опытной группы — соответственно 1,4; 1,7; 0,6; 1,7; 1,1 ($p < 0,05$); 2,9 ($p < 0,05$)%.

В целом выявленные положительные изменения в показателях видимой переваримости, в частности клетчатки, БЭВ, взаимосвязанные с положительными изменениями преджелудочного пищеварения, свидетельствуют о высоком физиологическом действии ассоциации изучаемых штаммов микроорганизмов, при большей эффективности их использования в рассыпном виде.

Применение пробиотиков способствовало повышению ретенции азота в теле от 4,61 гр контрольной группы до 7,68 гр в 1-й 6,43 гр во 2-й опытных группах (выше на 66,6% и 39,5% соответственно), с увеличением коэффициентов использования на 9,07 абс.% и 7,99 абс.% соответственно; это свидетельство улучшения азотистого обмена и роста продуктивности.

Свидетельством улучшения азотистого обмена вследствие применения ассоциации пробиотиков также являются более высокие уровни альбуминов (на 9,4% в 1-й и на 7,5% — во 2-й опытных группах) при повышении А/Г-отношения до 0,91 в 1-й и до 0,94 — во 2-й опытных группах против 0,82 в контроле (табл. 2).

Также об улучшении азотистого обмена в организме животных, получавших ассоциацию пробиотиков, свидетельствует и достоверно ($p < 0,05$) более низкая концентрация мочевины, составившая $5,26 \pm 0,19$ ммоль/л в 1-й и $5,82 \pm 0,14$ ммоль/л — во 2-й опытных группах против

Таблица 1. Содержание бактериальной массы в содержимом рубца, $X \pm Sx$

Table 1. The content of the bacterial mass in the contents of the rumen, $X \pm Sx$

Группа	В 100 мл рубцового содержимого, г					
	За 1 час до кормления			Через 3 часа после кормления		
	бактерии	простейшие	всего	бактерии	простейшие	всего
Контроль	0,39±0,03	0,26±0,02	0,65±0,06	0,55±0,02	0,37±0,023	0,92±0,04
1-я опытная	0,53±0,05	0,48±0,05**	1,01±0,09**	0,62±0,05	0,52±0,05*	1,14±0,08*
% к контр.	135,9	184,6	153,8	112,7	140,5	123,9
2-я опытная	0,48±0,03	0,40±0,04*	0,88±0,08*	0,59±0,07	0,48±0,03*	1,07±0,06
% к контр.	123,1	153,8	135,4	107,3	129,7	116,3

Примечания: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$ по отношению к контрольной группе

6,68±0,09 ммоль/л, что ниже на 27,0 и 14,8%, при более высоком уровне креатинина — на 3,6 и 2,9% соответственно. В показателях ферментов переаминирования выявлен более высокий уровень аланинаминотрансферазы (АЛТ) — на 11,8% в 1-й и на 8,0% — во 2-й опытных группах, и при сравнительно одинаковых показателях аспартатаминотрансферазы (АСТ) коэффициенты де Ритиса были ниже, составив соответственно 3,22 и 3,31 против 3,57 в контроле.

В показателях направленности энергетического обмена также выявлены значительные положительные изменения, характеризующиеся более высокими уровнями глюкозы — на 32,9% ($p < 0,05$) в 1-й, на 27,6% ($p < 0,05$) во 2-й опытной группах, щелочной фосфатазы — на 15,5% ($p < 0,05$) и 8,7% ($p < 0,05$) соответственно. Об улучшении липидного обмена свидетельствует разница в показателях уровней фракций фосфолипидов — он выше на 38,3% ($p < 0,05$) в 1-й и на 30,8% ($p < 0,05$) — во 2-й опытной группах при незначительных различиях во фракциях триглицеридов, холестерина, уровня билирубина.

О положительном действии пробиотических штаммов свидетельствуют и данные гематологических показателей крови: более низкий уровень лейкоцитов — на 12,5% ($p < 0,05$) в 1-й и на 8,8% ($p < 0,05$) — во 2-й опытных группах, более высокий уровень эритроцитов — на 7,3 и 5,1%, и, на фоне сравнительно одинакового уровня гемоглобина, более низкий показатель гематокрита — 48,12 и 49,27% против 54,84% в контрольной группе.

При использовании ассоциации пробиотиков выявлены более высокие уровни бактерицидной активности в организме животных — 1-й опытной группы — на 3,1%, во 2-й — на 1,9%, фагоцитарной активности — на 10,9 и 7,1% соответственно, что характеризует улучшение иммунологического статуса.

Важным выявленным положительным физиологическим результатом примененных пробиотических штаммов является более высокий уровень в показателях микробиологических исследований калактобактерий — на 68,2% в 1-й и на 46,6% — во 2-й опытных группах, а также бифидобактерий — выше трех- и двукратно соответственно. При этом установлен более низкий уровень лактозоположительных непатогенных микроорганизмов группы кишечной палочки — на 200% в 1-й и на 65,1% во 2-й опытной группах, а также энтерококков — на 84,0 и 70,5%, патогенных плесеней — в 3 раза и в 2 раза соответственно, что в совокупности свидетельствует о положительном действии ассоциации пробиотиков на микробиоту желудочно-кишечного тракта.

Выводы / Conclusion

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности применения жвачным животным ассо-

Таблица 2. Биохимические показатели крови, $\bar{X} \pm S_x$

Table 2. Biochemical parameters of blood, $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1-я	опытная 2-я
Белок общий, г/л	82,12±2,92	82,44±0,21	82,25±0,20
Альбумины, г/л	37,17±1,52	40,66±0,80*	39,96±0,70
Глобулины, г/л	44,95±3,51	44,46±1,04*	42,29±0,75*
А/Г-коэффициент	0,82±0,09	0,91±0,04	0,94±0,03
Мочевина, ммоль/л	6,68±0,09	5,26±0,19*	5,82±0,14*
Креатинин, мкмоль/л	89,52±4,68	92,78±1,05	92,14±0,89
Билирубин общий, мкмоль/л	1,93±0,08	2,25±0,25	2,06±0,05
Глюкоза, ммоль/л	2,83±0,27	3,76±0,07*	3,61±0,17*
Триглицериды, ммоль/л	1,04±0,05	0,95±0,04	0,98±0,02
Фосфолипиды, ммоль/л	1,33±0,31	1,84±0,08*	1,74±0,03*
Холестерин, ммоль/л	1,48±0,21	1,75±0,14	1,68±0,05
АЛТ, нкат/л	17,74±0,73	19,83±1,36	19,16±0,68
АСТ, нкат/л	63,41±0,99	63,83±1,21	63,50±1,04
Коэф. де Ритиса, АСТ/АЛТ	3,57±0,11	3,22±0,13	3,31±0,13
Щел. фосфатаза, нкат/л	170,29±3,44	196,62±5,56*	185,17±4,38*
Лейкоциты, 10^9 /л	37,80±0,58	33,61±0,97*	34,75±0,75*
Эритроциты, 10^{12} /л	14,62±0,37	15,69±0,28	15,36±0,30
Гемоглобин, г/л	133,73±0,78	134,33±0,45	134,20±1,05
Гематокрит, %	54,84±1,73	48,12±1,81	49,27±1,79

Примечание: * — $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе

циации бактерий штаммов *Enterococcus faecium* 1–35 и *Bacillus megaterium* В-4801, способствующей положительным изменениям в направленности пищеварительных процессов в желудочно-кишечном тракте и улучшению усвояемости питательных веществ кормов в организме.

Применение ассоциации микроорганизмов обуславливает улучшение микрофиты желудочно-кишечного тракта (с увеличением популяций полезной бактериальной массы в преджелудках) и повышение образования продуктов брожения в виде ЛЖК — высокоценного энергопластического материала.

Интродукция штаммов способствует положительным изменениям в направленности углеводно-жирового и белкового обмена, ретенции азота, улучшению неспецифической резистентности организма. Менее выраженный физиологический эффект при использовании гранулированной формы ассоциации бактерий относительно их скармливания в рассыпном виде мог быть обусловлен снижением их активности под воздействием высоких температур примененного способа грануляции.

Выявленные особенности пищеварительных и обменных процессов послужат накоплению новых знаний для применения пробиотических штаммов жвачным животным. Полученные результаты лягут в основу разработки способов роста продуктивности жвачных животных с применением биологически активных веществ.

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

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, тема 121052600314-1.

FUNDING

The work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, topic 121052600314-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anadon A., Ares I, Martinez-Larranhaga M. R., Martinez M. A. Prebiotics and probiotics in feed and animal health. In: Gupta R., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Biologically active additives in veterinary medicine*. Springer, Cham, Switzerland, 2019; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8>
2. Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных. *Ветеринария*, 2006. №7: 11-22
3. Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А., Солдатова В.И. Микробиом рубца жвачных: современные представления. *Животноводство России*. 2018. 10: 38-42.
4. Schwarz S, Cavaco LM, Shen J. Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals. *Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine*, Washington DC, 2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0023-2017>
5. Faizan A.S., Yan B., Tian F., Zhao J., Zhang H., Chen W. Lactic acid bacteria as antifungal and anti-mycotoxigenic agents: a comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2019; 18(5):1403; <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12481>
6. Franz C.M., Huch M., Abriouel H., Holzapfel W., Gálvez A. Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *Int J Food Microbiol* 2011; 151(2):125–40; <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>
7. Лаптев Г.Ю., Полуляшина С.В., Романов В.Н. Эффективность использования Целлобактерина в рационах молочных коров. *Эффективное животноводство*, 2009. 2: 25.
8. Романов В.Н., Боголюбова Н.В. Пищеварительные и обменные процессы в организме овец при включении в рацион пробиотика Целлобактерин + *Ветеринария и кормление*. 2020. 3: 35-39.
9. Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А., Дунышев Т.П., Тюрин Д.Г., и др. Таксономическая и функциональная характеристика микробиоты рубца лактирующих коров под влиянием пробиотика Целлобактерина + *Сельскохозяйственная биология*. 2020. 55(6): 1204-1219.
10. Casula G., Cutting S.M. Bacillus probiotics: spore germination in the gastrointestinal tract. *Appl. and Environ. Microbiol.* 2002. 68: 2344–2352.
11. Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Дунышев Т.П., Ильина Л.А., Тюрин Д.Г., и др. Геномный и фенотипический потенциал антимикробной активности штамма бактерий *Bacillus megaterium* B-4801. *Сельскохозяйственная биология*. 2020. 55(4): 816-829. doi: 10.15389/agrobiology.2020.4.816
12. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос. 1976. 303 с.
13. И.П. Духин, Т.Н. Венедиктова, В.Р. Зельнер, М.М. Клинская. Методические рекомендации по изучению физиологии питания у жвачных. Дубровицы. 1977. 31 с.
14. Методики зоотехнических и биохимических анализов кормов, продуктов обмена и животноводческой продукции. Дубровицы. 1970. 128 с.

ОБ АВТОРАХ:

Виктор Николаевич Романов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии с/х животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», д. 60, п. Дубровицы, Подольск, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru
<https://orcid.org/0000000205207022>

REFERENCES

1. Anadon A., Ares I, Martinez-Larranhaga M. R., Martinez M. A. Prebiotics and probiotics in feed and animal health. In: Gupta R., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Biologically active additives in veterinary medicine*. Springer, Cham, Switzerland, 2019; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8>
2. Panin A.N., Malik N.I. Probiotics – an integral component of rational animal feeding. *Veterinary Medicine*, 2006. 7: 11-22. (In Russian.)
3. Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Soldatova V.I. The rumen microbiome of ruminants: modern concepts. *Livestock of Russia*. 2018. 10: 38-42 (In Russian.)
4. Schwarz S., Cavaco L.M., Shen J. Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals. *Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine*, Washington DC, 2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0023-2017>
5. Faizan A.S., Yan B., Tian F., Zhao J., Zhang H., Chen W. Lactic acid bacteria as antifungal and anti-mycotoxigenic agents: a comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2019; 18(5):1403; <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12481>
6. Franz C.M., Huch M., Abriouel H., Holzapfel W., Gálvez A. Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *Int J Food Microbiol* 2011; 151(2):125–40; <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>
7. Laptev, G.Yu., Polulyashnaya S.V., Romanov V.N. The effectiveness of using Cellobacterin in the diets of dairy cows. *Effective animal husbandry*, 2009. 2: 25 (In Russian)
8. Romanov, V.N., Bogolyubova N.V. Digestive and metabolic processes in the body of sheep when the probiotic Cellobacterin + is included in the diet. *Veterinary medicine and feeding*. 2020. 3; 35-39 (In Russian)
9. Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Dunyashev T.P., Tyurina D.G., etc. Taxometric and functional characteristics of the rumen microbiota of lactating cows under the influence of the probiotic Cellobacterin+ *Agricultural biology*. 2020. 55(6): 1204-1219 (In Russian)
10. Casula G., Cutting S.M. Bacillus probiotics: spore germination in the gastrointestinal tract. *Appl. and Environ. Microbiol.* 2002. 68: 2344–2352.
11. Laptev G.Yu., Yildirim E.A., Dunyashev T.P., Ilyina L.A., Tyurina D.G., etc. Genomic and phenotypic potential of antimicrobial activity of *Bacillus megaterium* B-4801 bacterial strain. *Agricultural biology*. 2020. 55(4): 816-829. doi: 10.15389/agrobiology.2020.4.816 (In Russian).
12. Ovsyannikov A.I. Fundamentals of experimental work in animal husbandry. M.: Kolos. 1976. 303 s (In Russian).
13. Dukhin I.P., Venediktova T.N., Zelner V.R., Klinskaya M.M. Methodological recommendations for the study of nutritional physiology in ruminants. Dubrovitsy. 1977. 31 p. (In Russian).
14. Methods of zootechnical and biochemical analyzes of feed, metabolic products and livestock products. Dubrovitsy. 1970. 128 p. (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Victor Nikolayevich Romanov, Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of agricultural Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst 60, Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru
<https://orcid.org/0000000205207022>

Курилкина М.Я., ✉
Рахматуллин Ш.Г.,
Дускаев Г.К.

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

✉ K_marina4@mail.ru

Поступила в редакцию:
05.07.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Kurilkina M.Ya., ✉
Rakhmatullin Sh.G.,
Duskaev G.K.

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

✉ K_marina4@mail.ru

Received by the editorial office:
05.07.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Влияние добавок гамма-окталактона на содержание химических элементов в мышцах и печени цыплят-бройлеров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последние годы на рынке появилось большое количество новых растительных препаратов, в числе которых гамма-окталактон. Это соединение естественного природного происхождения, выделенное из экстракта листьев эвкалипта (*Eucalyptus viminalis*). Данное соединение обладает широким спектром терапевтических свойств, что связано с его противовоспалительным, антисептическим действием; способствует стимулированию аппетита, повышению секреции пищеварительных ферментов и росту производственных показателей у животных.

Материалы и методы. В работе изучены особенности накопления химических элементов в тканях тела цыплят-бройлеров при включении в состав рациона соединения гамма-окталактона. Исследования были проведены на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор-Айкрес» в возрасте 7–42 дней. Согласно схеме эксперимента, в рацион цыплят 1-й, 2-й и 3-й опытных групп дополнительно вводили гамма-окталактон в дозах 0,05; 0,1 и 0,2 мл/кг ж.м./сут. Элементный состав биосубстратов был изучен с использованием атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии.

Результаты. Установлено, что добавление гамма-окталактона способствовало перераспределению химических элементов в тканях тела подопытной птицы. В частности, бройлеры опытной группы, получавшие гамма-окталактон в дозе 0,05 мл/кг ж.м./сут. имели более высокие значения концентраций В, Со, Ni, Se, V, Zn в грудных мышцах. Анализ концентраций основных эссенциальных элементов в бедренных мышцах цыплят-бройлеров показал, что скармливание гамма-окталактона в дозировке 0,05 мл/кг ж.м./сут. сопровождалось достоверным увеличением содержания Ca, Na, Fe, Si и Zn и снижением уровней Cr, Cu и Ni относительно особой контрольной группы. Также было отмечено достоверное увеличение концентраций Cu, Fe, Se, Zn, Mg, P в печени цыплят опытной группы, получавших в составе рациона гамма-окталактон в дозировке 0,1 мл/кг ж.м./сут., на фоне снижения концентраций Si и Na.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, экстракт листьев *Eucalyptus viminalis*, гамма-окталактон, химические элементы, печень, грудные мышцы, бедренные мышцы

Для цитирования: Курилкина М.Я., Рахматуллин Ш.Г., Дускаев Г.К. Влияние добавок гамма-окталактона на содержание химических элементов в мышцах и печени цыплят-бройлеров. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 42–46. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-42-46>
© Курилкина М.Я., Рахматуллин Ш.Г., Дускаев Г.К.

The effect of gamma-octalactone supplementation on the content of chemical elements in the muscles and liver of broiler chickens

ABSTRACT

Relevance. In recent years, a large number of new herbal preparations have appeared on the market, including gamma-octalactone. It is a naturally occurring compound isolated from *Eucalyptus viminalis* leaf extract. This compound has a wide range of therapeutic properties, which is associated with its anti-inflammatory, antiseptic effect, stimulates appetite, increases the secretion of digestive enzymes and increases performance in animals.

Materials and methods. The paper studied the features of the accumulation of chemical elements in the body tissues of broiler chickens when the compound gamma-octalactone was included in the diet. The studies were carried out on broiler chickens of the Arbor Acres cross at the age of 7–42 days. According to the scheme of the experiment, in the diet of chickens of the 1st, 2nd and 3rd experimental groups was added gamma-octalactone at a dosages of 0.05, 0.1 and 0.2 ml/kg of b.w./day. The elemental composition of biosubstrates was studied using atomic emission and mass spectrometry.

Results. It was found that the addition of gamma-octalactone contributed to the redistribution of chemical elements in the body tissues of the experimental poultry. In particular, the broilers of the experimental group that received gamma-octalactone at a dosage of 0.05 ml/kg of b.w./day had higher concentrations of B, Co, Ni, Se, V, Zn in the pectoral muscles. An analysis of the concentrations of the main essential elements in the thigh muscles of broiler chickens showed that feeding gamma-octalactone at a dosage of 0.05 ml/kg of b.w./day was accompanied by a significant increase in the content of Ca, Na, Fe, Si and Zn and a decrease in the levels of Cr, Cu and Ni relative to poultry of the control group. There was also a significant increase in the concentrations of Cu, Fe, Se, Zn, Mg, P in the liver of chickens of the experimental group, who received gamma-octalactone in the diet at a dosage of 0.1 ml/kg of l.w./day, against the background of a decrease in the concentrations of Si and Na.

Key words: broiler chickens, feeding, extract *Eucalyptus viminalis*, gamma-octalactone, chemical elements, liver, pectoral muscles, femoral muscles

For citation: Kurilkina M.Ya., Rakhmatullin Sh.G., Duskaev G.K. The effect of gamma-octalactone supplementation on the content of chemical elements in the muscles and liver of broiler chickens. Agrarian science. 2022; 362 (9): 42–46. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-42-46> (In Russian).

© Kurilkina M.Ya., Rakhmatullin Sh.G., Duskaev G.K.

Введение / Introduction

Важной группой веществ, относящихся к незаменимым факторам питания и оказывающих влияние на качество и пищевую ценность мяса и изделий из него, являются минеральные вещества, которые обязательно должны поступать в организм с пищей. В связи с этим приобретают актуальность исследования, направленные на оптимизацию минерального состава мяса за счет введения в рацион сельскохозяйственных животных и птицы различных кормовых добавок, в том числе растительных экстрактов. Растительные экстракты применяются в качестве альтернативы химически синтезированным бактерицидам прямого действия и содержат набор фитохимических веществ, обладающих потенциалом для борьбы с микробными заболеваниями. В основном это связано со спектром вторичных метаболитов, присутствующих в экстрактах, которые включают фенольные соединения, хиноны, флавоноиды, алкалоиды, терпеноиды и полиацетилены [1–3].

Интересным в данном направлении является изучение лекарственного растения эвкалипт, которое является одним из наиболее широко выращиваемых растений в мире, и в том числе на территории Российской Федерации, что позволяет рассматривать его в качестве потенциального источника получения природных соединений. Однако биологическое действие активных соединений из различных вегетативных частей данного растения пока мало изучена. Одним из таких соединений является гамма-окталактон — это биологически активное вещество, выделенное из экстракта листьев эвкалипта *Eucalyptus viminalis*. Данное соединение обладает противовоспалительным, антисептическим действием, способствует стимулированию аппетита, повышению секреции пищеварительных ферментов и производственных показателей у животных. В соответствии с заключением Европейского агентства по безопасности продуктов питания, данное соединение признано нетоксичным, не имеет выраженных побочных эффектов, способных осложнить его практическое применение. Возможно также использование данного соединения в составе композиций с другими веществами, в том числе позитивно модифицирующими (повышающими биодоступность, увеличивающими сроки действия и т.д.) проявления его биологической активности [4].

Вместе с тем, несмотря на очевидную перспективность применения растительных экстрактов в мероприятиях по повышению продуктивности и качественных характеристик мяса сельскохозяйственной птицы, данный вопрос практически не изучен. Лишь в отдельных исследованиях были получены результаты, демонстрирующие положительное влияние дополнительного включения экстрактов растений на минеральный состав мяса птицы. Так, было установлено, что добавление эфирного экстракта *Boswellia serrata* в рацион цыплят-бройлеров способствовало увеличению содержания Ca и снижению уровней Cu и Zn в мышцах голени и печени [5]. В более ранних публикациях приводятся данные о значительном влиянии растительных экстрактов на иммунный статус, продуктивные качества сельскохозяйственной птицы [6–12].

В связи с этим целью настоящего исследования являлась оценка влияния скармливания фитохимического вещества гамма-окталактона, выделенного из растительного экстракта *Eucalyptus viminalis*, на минеральный состав съедобных частей тела цыплят-бройлеров.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследования служили 7-суточные цыплята-бройлеры кросса Арбор Айрекс ($n = 120$). В качестве исследуемого соединения использовался гамма-окталактон, выделенный из экстракта листьев *Eucalyptus viminalis*, в дозировке 0,05–0,2 мл/кг ж.м./сут. (97%, «Sigma-Aldrich», США). Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Продолжительность эксперимента составила 42 дня: подготовительный период — 7 суток и учётный — 35. Во время эксперимента птица находилась в идентичных условиях содержания. Кормление и поение бройлеров осуществлялось групповым методом в соответствии с рекомендациями ВНИТИП. Контрольная группа получала основной рацион (ОР); 1-я, 2-я и 3-я группы получали ОР + гамма-окталактон в дозировке 0,05; 0,1 и 0,2 мл/кг ж.м./сут. соответственно. Убой подопытных бройлеров осуществлялся на 42-е сутки эксперимента. Для лабораторных исследований отбирались образцы печени и мышечной ткани птицы (грудная мышца, бедренная мышца). Элементный состав отобранного материала был изучен с использованием атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью офисного программного комплекса «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ полученных данных показал, что подопытные цыплята-бройлеры, получавшие в составе рациона гамма-окталактон в различных дозировках, характеризовались различным уровнем концентрации отдельных химических элементов в грудных мышцах (табл. 1).

В частности, бройлеры 1-й опытной группы имели более высокие значения концентраций В, Со, Ni, Se, V, Zn. Также отмечено увеличение концентрации Ca в грудных мышцах 1-й опытной группы на 91% по отношению к контролю, которое фиксировалось на фоне снижения (от 17,9 до 24,2%) концентраций К, Mg, P, однако указанные изменения носили недостоверный характер из-за высокой средней арифметической ошибки. При этом наиболее значимые достоверные отличия были установлены по содержанию I ($P \leq 0,05$), Mn ($P \leq 0,05$) и Si ($P \leq 0,05$) в грудных мышцах цыплят 1-й опытной группы по отношению к контрольной.

В результате сравнительного анализа концентраций основных эссенциальных элементов в бедренных мышцах цыплят-бройлеров установлено, что скармливание гамма-окталактона в дозировке 0,05 мл/кг ж.м./сут. сопровождалось достоверным увеличением содержания Ca ($P \leq 0,05$), Na ($P \leq 0,001$), Fe ($P \leq 0,01$), Si ($P \leq 0,05$) и Zn ($P \leq 0,05$) и снижением уровней Cr ($P \leq 0,05$), Cu ($P \leq 0,001$) и Ni ($P \leq 0,05$) относительно собой контрольной группы (табл. 2).

Установлено, что использование гамма-окталактона также оказало значительное влияние на содержание химических элементов в печени подопытных цыплят-бройлеров (табл. 3).

Таблица 1. Содержание химических элементов в сухом веществе грудных мышц цыплят-бройлеров на фоне скармливания разных доз гамма-окталактона

Table 1. The content of chemical elements in the dry matter of the pectoral muscles of broiler chickens against the background of feeding different dosages of gamma-octalactone

Элемент	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы, мг/кг				
B	0,130±0,0301	0,175±0,0352	0,100±0,0203	0,145±0,0050
Co	0,0031±0,0012	0,0043±0,0011	0,0021±0,0012	0,0011±0,0007
Cr	0,315±0,0053	0,300±0,0301	0,260±0,0100***	0,190±0,0000***
Cu	0,460±0,0404	0,435±0,0351	0,290±0,0602*	0,350±0,0000**
Fe	38,47±0,125	34,98±5,36	18,75±4,01***	12,75±3,76***
I	0,0091±0,0022	0,0150±0,0153*	0,0102±0,000	0,0100±0,0100
Li	0,0092±0,000	0,0151±0,0052	0,0102±0,000	0,0100±0,0005*
Mn	0,200±0,000	0,225±0,0152*	0,150±0,0100	0,140±0,0000
Ni	0,0451±0,0052	0,0603±0,0302	0,0251±0,0053**	0,0152±0,0050***
Se	0,140±0,0302	0,155±0,0051	0,105±0,0252	0,155±0,0250
Si	22,63±0,805	24,60±0,505*	21,70±0,0603	15,92±0,6000***
V	0,0081±0,0022	0,0100±0,000	0,0100±0,000	0,0091±0,0010
Zn	20,54±0,660	20,94±0,355	11,20±1,80***	8,53±1,43***
Макроэлементы, г/кг				
Ca	0,0671±0,0172	0,128±0,0521	0,0400±0,0150	0,0421±0,0047
K	4,40±0,433	3,73±0,548	3,84±0,793	4,10±0,166
Mg	0,339±0,0293	0,273±0,0341	0,298±0,0723	0,339±0,0285
Na	0,482±0,0151	0,502±0,104	0,474±0,0800	0,490±0,0165
P	2,35±0,253	1,98±0,215	2,03±0,443	2,46±0,176

Примечания: * — P ≤ 0,05; ** — P ≤ 0,01; *** — P ≤ 0,001 при сравнении с контрольной группой.

Таблица 2. Содержание химических элементов в сухом веществе бедренных мышц цыплят-бройлеров на фоне скармливания разных доз гамма-окталактона

Table 2. The content of chemical elements in the dry matter of the femoral muscles of broiler chickens on the background of feeding different dosages of gamma-octalactone

Элемент	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы, мг/кг				
B	0,115±0,0451	0,120±0,0403	0,105±0,0051	0,110±0,0300
Co	0,0020±0,0010	0,0030±0,0011	0,0020±0,0012	0,0040±0,0020
Cr	0,375±0,0153	0,310±0,0300*	0,260±0,0100***	0,270±0,0600*
Cu	0,595±0,0251	0,485±0,0153***	0,405±0,0051***	0,565±0,0550
Fe	12,77±1,320	17,14±1,01**	10,18±3,24	13,06±0,445
I	0,0151±0,0062	0,0151±0,0053	0,0100±0,000	0,0200±0,0000
Li	0,0070±0,0011	0,0090±0,0011	0,0070±0,0011	0,0090±0,0010
Mn	0,200±0,0100	0,220±0,0100	0,155±0,0152**	0,175±0,0250
Ni	0,0500±0,0060	0,0350±0,0040*	0,0200±0,0100**	0,0300±0,0100*
Se	0,165±0,0250	0,185±0,0050	0,150±0,0100	0,195±0,0150
Si	25,53±1,02	28,52±1,03*	18,72±3,86*	24,67±4,12
V	0,0100±0,0010	0,0150±0,0051	0,0100±0,000	0,0200±0,0000***
Zn	18,31±2,62	28,62±5,55*	11,97±1,06*	17,58±1,41
Макроэлементы, г/кг				
Ca	0,0490±0,0030	0,0580±0,0030*	0,0410±0,0020*	0,0460±0,0038
K	4,37±0,172	4,09±0,124	4,28±0,0790	3,65±0,0550***
Mg	0,295±0,0200	0,286±0,0060	0,314±0,0110	0,261±0,0095
Na	0,651±0,0210	0,786±0,0020***	0,698±0,0190*	0,786±0,0390**
P	2,17±0,0800	2,09±0,0040	2,14±0,0350	2,01±0,0655

Примечания: * — P ≤ 0,05; ** — P ≤ 0,01; *** — P ≤ 0,001 при сравнении с контрольной группой

Так, было отмечено достоверное увеличение концентрации Cu (P ≤ 0,01); Fe (P ≤ 0,001); Se (P ≤ 0,001); Zn (P ≤ 0,01), Mg (P ≤ 0,05), P (P ≤ 0,05) в печени цыплят 2-й группы на фоне снижения концентрации Si (P ≤ 0,001) и Na (P ≤ 0,001) по сравнению с цыплятами, содержащимися на рационе без включения гамма-окталактона (контрольная группа).

Следует отметить, что возможность объяснения механизмов влияния растительных экстрактов на элементный статус сельскохозяйственной птицы затруднена по причине ограниченного количества публикаций по данной тематике. В нашем эксперименте получены данные, свидетельствующие об увеличении ряда эссенциальных элементов в мясе и печени цыплят-бройлеров на фоне введения гамма-окталактона. В целом, полученные нами результаты согласуются с проведенными ранее экспериментами, в которых установлено, что растительные экстракты из лекарственных трав (мелисса, шалфей, зверобой и кипрей мелкоцветковый) имели специфическое влияние на накопление микроэлементов в тканях птицы, при этом наблюдалась умеренная корреляция между общим количеством полифенолов и накоплением металлов [13]. Описанное явление может быть связано с антагонизмом между ионами металлов и составляющих рацион компонентов. Компоненты могут выступать в качестве конкурента для комплекса образования металлов и влиять на накопление металлов в мясе бройлеров. Кроме того, ряд соединений, обнаруженных в экстрактах растений, могут обладать способностью хелатировать ионы переходных металлов [14–16]. Другой возможной причиной повышения содержания химических элементов в тканях цыплят-бройлеров опытных групп по отношению к контрольной может являться увеличение конверсии минеральных веществ корма в мясо за счет избирательного воздействия испытуемых добавок на микробиоту кишечника в процессе функционирования пищеварительной системы птицы [17–19]. Помимо этого, механизмы действия фитобиотиков включают изменение функций желудочно-кишечного тракта, индукцию и ингибирование метаболических ферментов (таких как липаза и амилаза), что способствует повышению усвояемости

минеральных веществ корма и стимулирует аппетит [20, 21].

Выводы / Conclusion

Установлено, что включение в рацион подопытных цыплят-бройлеров гамма-окталактона в дозировках 0,05–0,2 мл/кг ж.м./сут. оказывает положительное влияние на обмен макро- и эссенциальных элементов в теле подопытных цыплят-бройлеров. При этом наиболее выраженный эффект отмечался в группах бройлеров, получавших в составе рациона гамма-окталактон в дозировке 0,05–0,1 мл/кг ж.м./сут. Цыплята-бройлеры, получавшие гамма-окталактон в дозе 0,05 мл/кг ж.м./сут., характеризовались более высоким значением концентраций В, Со, Ni, Se, V, Zn в грудных мышцах, а также Са, Na, Fe, Si и Zn, на фоне снижения уровня Cr, Cu и Ni в бедренных мышцах. Было отмечено достоверное увеличение концентраций Cu, Fe, Se, Zn, Mg, P в печени цыплят, получавших в составе рациона гамма-окталактон в дозировке 0,1 мл/кг ж.м./сут., на фоне снижения концентраций Si и Na.

Полученные данные могут быть связаны с изменениями биохимических процессов, а также адаптацией организма птицы в ответ на введение исследуемой добавки.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках проекта № 0761-2019-0005 и гранта Российского научного фонда (проект №16-16-10048 П).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Kvan O., Duskaev G., Rakhmatullin S., Kosyan D. Changes in the content of chemical elements in the muscle tissue of broilers on the background of plant extract and tetracyclines. *International Journal of Environmental Science and Development*, 2019; 10(12): 419-423. DOI 10.18178/ijesd.2019.10.12.1209
- Мирошников С.А., Харламов А.В., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Кудашева А.В., Зелепукхин А.Г., Заверюха А.Х., Литовченко В.Г. Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе. *Вестник мясного скотоводства*. 2015; 4(92): 94-99.
- Харламов А., Харламов В., Завьялов О., Ильин В., Соколов В. Кормовой концентрат улучшает продуктивные качества молодняка КРС. *Комбикорма*. 2011; 2: 77-78.
- Рахматуллин Ш.Г., Нуржанов Б.С., Инчагова К.С., Дускаев Г.К. Использование лактона в рационах изменяет биохимический состав сыворотки крови и мышечной ткани бройлеров. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2021; 92:251-258. DOI 10.21515/1999-1703-92-251-258
- Al-Yasiry A.R.M., Kiczorowska B., Samolińska W. Effect of Boswellia serrata Resin Supplementation on Basic Chemical and Mineral Element Composition in the Muscles and Liver of Broiler Chickens. *Biol Trace Elem Res*. 2017; 179(2): 294-303.
- Alipour F., Hassanabadi A., Golian A., Nassiri-Moghaddam H. Effect of plant extracts derived from thyme on male broiler performance. *Poultry Science*. 2015; 94(11):2630-2634. <https://doi.org/10.3382/ps/pev220>

Таблица 3. Содержание химических элементов в сухом веществе печени цыплят-бройлеров на фоне разных доз гамма-окталактона

Table 3. The content of chemical elements in the dry matter of the liver of broiler chickens against the background of different dosages of gamma-octalactone

Элемент	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Эссенциальные и условно-эссенциальные микроэлементы, мг/кг				
B	0,240±0,0700	0,195±0,0250	0,190±0,0100	0,235±0,0250
Co	0,0100±0,000	0,0200±0,000	0,0200±0,000	0,0100±0,0000
Cr	0,270±0,0500	0,295±0,0952	0,370±0,100	0,240±0,160
Cu	3,83±0,0500	3,44±0,420	4,19±0,125**	3,48±0,115**
Fe	234,5±13,50	205,5±5,50*	441,5±50,50***	303,0±17,00**
I	0,0350±0,0050	0,0550±0,0152	0,0500±0,0100	0,0400±0,0100
Li	0,0100±0,000	0,0070±0,0030	0,0070±0,0020	0,0090±0,0015
Mn	3,42±0,155	3,02±0,0750*	3,13±0,360	3,30±0,0650
Ni	0,0450±0,0250	0,0400±0,000	0,0250±0,000	0,0350±0,0150
Se	0,700±0,0300	0,655±0,0050	0,815±0,0150***	0,805±0,145
Si	33,97±0,355	17,53±11,65	20,03±2,83***	13,05±12,70
V	0,0800±0,0200	0,0450±0,0250	0,100±0,0200	0,0350±0,0150*
Zn	24,79±2,92	25,68±2,54	33,75±0,825**	25,44±4,15
Макроэлементы, г/кг				
Ca	0,0800±0,0180	0,0720±0,0080	0,0620±0,0020	0,0690±0,0083
K	2,67±0,266	2,44±0,0590	3,07±0,0350	3,01±0,0330
Mg	0,212±0,0150	0,203±0,0150	0,240±0,0070*	0,228±0,0005
Na	1,02±0,0220	0,762±0,0950**	0,875±0,0640*	0,868±0,0730*
P	3,24±0,0590	3,00±0,364	3,72±0,254*	3,33±0,0565

Примечания: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$; *** — $P \leq 0,001$ при сравнении с контрольной группой

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

FUNDING

The study was carried out within the framework of project No. 0761-2019-0005 and grant from the Russian Science Foundation (project No. 16-16-10048 P).

REFERENCES

- Kvan O., Duskaev G., Rakhmatullin S., Kosyan D. Changes in the content of chemical elements in the muscle tissue of broilers on the background of plant extract and tetracyclines. *International Journal of Environmental Science and Development*, 2019; 10(12):419-423. DOI 10.18178/ijesd.2019.10.12.1209
- Miroshnikov S.A., Kharlamov A.V., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kudashova A.V., Zelepukhin A.G., Zaveryukha A.Kh., Litovchenko V.G. Features of the formation of the elemental status of cattle in connection with productivity and belonging to the sex and age group. *Bulletin of beef cattle breeding*. 2015; 4(92):94-99. (In Russian)
- Kharlamov A., Kharlamov V., Zavyalov O., Ilyin V., Sokolov V. Feed concentrate improves the productive qualities of young cattle. *Compound feed*. 2011; 2:77-78. (In Russian)
- Rakhmatullin Sh.G., Nurzhanov B.S., Inchagova K.S., Duskaev G.K. The use of lactone in diets changes the biochemical composition of the blood serum and muscle tissue of broilers. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2021; 92:251-258. DOI 10.21515/1999-1703-92-251-258 (In Russian)
- Al-Yasiry A.R.M., Kiczorowska B., Samolińska W. Effect of Boswellia serrata Resin Supplementation on Basic Chemical and Mineral Element Composition in the Muscles and Liver of Broiler Chickens. *Biol Trace Elem Res*. 2017; 179(2): 294-303.
- Alipour F., Hassanabadi A., Golian A., Nassiri-Moghaddam H. Effect of plant extracts derived from thyme on male broiler performance. *Poultry Science*. 2015; 94(11):2630-2634. <https://doi.org/10.3382/ps/pev220>

7. Zhang P.F., Shi B.L., Su J.L., Yue Y.X., Cao Z.X., Chu W.B., Li K., Yan S.M. Relieving effect of *Artemisia argyi* aqueous extract on immune stress in broilers. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2017;101(2):251-258. doi: 10.1111/jpn.12553
8. Morovat M., Chamani M., Zarei A., Sadeghi A.A. Dietary but not in ovo feeding of *Silybum marianum* extract resulted in an improvement in performance, immunity and carcass characteristics and decreased the adverse effects of high temperatures in broilers. *Br Poult Sci.* 2016;57(1):105-113. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1121537>
9. Pirgozliev V., Mansbridge S.C., Rose S.P., Lillehoj H.S., Bravo D. Immune modulation, growth performance, and nutrient retention in broiler chickens fed a blend of phytogetic feed additives. *Poultry Science.* 2019;98(9):3443-3449. <https://doi.org/10.3382/ps/pey472>
10. Kurekci C., Al Jassim R., Hassan E., Bishop-Hurley S.L., Padmanabha J., McSweeney C.S. Effects of feeding plant-derived agents on the colonization of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Poult Science.* 2014;93(9):2337-2346. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03950>
11. Firas R.J. Investigation of biochemical blood parameters, characteristics for carcass, and mineral composition in chicken meat when feeding on coriander seed and rosemary leaves. *J. Adv Vet. Anim. Res.* 2019;6(1):33-43. doi: 10.5455/javar.2019.f309
12. Guo F.C., Williams B.A., Kwakkel R.P., Li H.S., Li X.P., Luo J.Y., Li W.K., Versteegen M.W.A. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science.* 2004;83(2):175-182. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.175>
13. Stef D.S., Gergen I. Effect of mineral-enriched diet and medicinal herbs on Fe, Mn, Zn, and Cu uptake in chicken. *Chemistry Central Journal.* 2012; 6:19. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-19>
14. Karamac M. Chelation of Cu(II), Zn(II), and Fe(II) by tannin constituents of selected edible nuts. *Int J Mol Sci.* 2009;10(12):5485-5497. <https://doi.org/10.3390/ijms10125485>
15. Karimov I., Kondrashova K., Duskaev G., Kvan O. Evaluation of effects of rumen fluid in combination with probiotic preparations and vanillin on the luminescence of a recombinant strain *E. coli*. *E3S Web of Conferences.* 2020;143:02034. doi 10.1051/e3sconf/202014302034
16. Andjelković M., Van Camp J., De Meulenaer B., Depaemelaere G., Socaciu C., Verloo M., Verhe R. Ironchelation properties of phenolic acids bearing catechol and galloyl groups. *Food Chemistry.* 2006; 98(1):23-31. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.044>
17. Zhu N., Wang J., Yu L., Zhang Q., Chen K., Liu B. Modulation of Growth Performance and Intestinal Microbiota in Chickens Fed Plant Extracts or Virginiamycin. *Frontiers in Microbiology.* 2019;10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01333>
18. Damjanović-Vratnica B., Dakov T., Šuković D., Damjanović J. Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. *Czech Journal of Food Sciences.* 2011;29(3):277-284.
19. Mashayekhi H, Mazhari M, Esmaeilpour O. *Eucalyptus* leaves powder, antibiotic and probiotic addition to broiler diets: effect on growth performance, immune response, blood components and carcass traits. *Animal.* 2018;12(10):2049-2055. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003731>
20. Guo F.C., Williams B.A., Kwakkel R.P., Li H.S., Li X.P., Luo J.Y., Li W.K., Versteegen M.W.A. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science.* 2004;83(2):175-182. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.175>
21. Azadegan Mehr M., Hassanabadi A., Nassiri Moghaddam H., Kermanshahi H. Supplementation of clove essential oils and probiotic to the broiler's diet on performance, carcass traits and blood components. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2014; 4(1):117-122.
7. Zhang P.F., Shi B.L., Su J.L., Yue Y.X., Cao Z.X., Chu W.B., Li K., Yan S.M. Relieving effect of *Artemisia argyi* aqueous extract on immune stress in broilers. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2017;101(2):251-258. doi: 10.1111/jpn.12553
8. Morovat M., Chamani M., Zarei A., Sadeghi A.A. Dietary but not in ovo feeding of *Silybum marianum* extract resulted in an improvement in performance, immunity and carcass characteristics and decreased the adverse effects of high temperatures in broilers. *Br Poult Sci.* 2016;57(1):105-113. <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1121537>
9. Pirgozliev V., Mansbridge S.C., Rose S.P., Lillehoj H.S., Bravo D. Immune modulation, growth performance, and nutrient retention in broiler chickens fed a blend of phytogetic feed additives. *Poultry Science.* 2019;98(9):3443-3449. <https://doi.org/10.3382/ps/pey472>
10. Kurekci C., Al Jassim R., Hassan E., Bishop-Hurley S.L., Padmanabha J., McSweeney C.S. Effects of feeding plant-derived agents on the colonization of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Poult Science.* 2014;93(9):2337-2346. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03950>
11. Firas R.J. Investigation of biochemical blood parameters, characteristics for carcass, and mineral composition in chicken meat when feeding on coriander seed and rosemary leaves. *J. Adv Vet. Anim. Res.* 2019;6(1):33-43. doi: 10.5455/javar.2019.f309
12. Guo F.C., Williams B.A., Kwakkel R.P., Li H.S., Li X.P., Luo J.Y., Li W.K., Versteegen M.W.A. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science.* 2004;83(2):175-182. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.175>
13. Stef D.S., Gergen I. Effect of mineral-enriched diet and medicinal herbs on Fe, Mn, Zn, and Cu uptake in chicken. *Chemistry Central Journal.* 2012; 6:19. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-19>
14. Karamac M. Chelation of Cu(II), Zn(II), and Fe(II) by tannin constituents of selected edible nuts. *Int J Mol Sci.* 2009;10(12):5485-5497. <https://doi.org/10.3390/ijms10125485>
15. Karimov I., Kondrashova K., Duskaev G., Kvan O. Evaluation of effects of rumen fluid in combination with probiotic preparations and vanillin on the luminescence of a recombinant strain *E. coli*. *E3S Web of Conferences.* 2020;143:02034. doi 10.1051/e3sconf/202014302034
16. Andjelković M., Van Camp J., De Meulenaer B., Depaemelaere G., Socaciu C., Verloo M., Verhe R. Ironchelation properties of phenolic acids bearing catechol and galloyl groups. *Food Chemistry.* 2006; 98(1):23-31. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.044>
17. Zhu N., Wang J., Yu L., Zhang Q., Chen K., Liu B. Modulation of Growth Performance and Intestinal Microbiota in Chickens Fed Plant Extracts or Virginiamycin. *Frontiers in Microbiology.* 2019;10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01333>
18. Damjanović-Vratnica B., Dakov T., Šuković D., Damjanović J. Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. *Czech Journal of Food Sciences.* 2011;29(3):277-284.
19. Mashayekhi H, Mazhari M, Esmaeilpour O. *Eucalyptus* leaves powder, antibiotic and probiotic addition to broiler diets: effect on growth performance, immune response, blood components and carcass traits. *Animal.* 2018;12(10):2049-2055. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003731>
20. Guo F.C., Williams B.A., Kwakkel R.P., Li H.S., Li X.P., Luo J.Y., Li W.K., Versteegen M.W.A. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science.* 2004;83(2):175-182. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.175>
21. Azadegan Mehr M., Hassanabadi A., Nassiri Moghaddam H., Kermanshahi H. Supplementation of clove essential oils and probiotic to the broiler's diet on performance, carcass traits and blood components. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2014;4(1):117-122.

ОБ АВТОРАХ:

Марина Яковлевна Курилкина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Испытательного центра, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
e-mail: K_marina4@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0253-7867>

Шамиль Гафиуллинович Рахматуллин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
e-mail: shahm2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>

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

ABOUT THE AUTHORS:

Marina Yakovlevna Kurilkina, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Testing Center, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
e-mail: K_marina4@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0253-7867>

Shamil Gafullovich Rakhmatullin, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushina, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
e-mail: shahm2005@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>

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

УДК 636.5.033

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-47-53

Г.К. Дускаев,
Ш.Г. Рахматуллин,
Д.Б. Косян,
Е.А. Русакова,
О.В. Кван, ✉
Г.И. Левахин

Федеральный научный центр
биологических систем и агротехнологий
РАН, Оренбург, Российская Федерация

✉ kwan111@yandex.ru

Поступила в редакцию:
05.07.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
16.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-47-53

Galimzhan K. Duskaev,
Shamil G. Rakhmatullin,
Dianna B. Kosyan,
Elena A. Rusakova,
Olga V. Kvan, ✉
Georgiy I. Levakhin

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

✉ kwan111@yandex.ru

Received by the editorial office:
05.07.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
16.08.2022

Влияние совместного использования гамма-окталактона и хлортетрациклина в рационе бройлеров: живая масса, эффективность использования корма и микробиом слепого кишечника

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. Проведена оценка совместного использования гамма-окталактона и хлортетрациклина в рационе бройлеров на рост, развитие, состояние организма и эффективность использования корма. Гамма-окталактон выделен из экстракта *Eucalyptus viminalis*. Схема эксперимента включала контрольную группу — основной рацион (ОР); I группа (положительный контроль) — ОР + хлортетрациклин (20%), 0,63 г на 1 кг массы тела в течение 20 дней; II группа — ОР + гамма-окталактон в дозировке 0,1 мл/кг ж.м./сут.; III группа — ОР + гамма-окталактон + хлортетрациклин (20%).

Результаты. В ходе исследований было установлено преимущество по живой массе опытных бройлеров над контролем. Наибольшей живой массой отличались бройлеры, получавшие с основным рационом гамма-окталактон + хлортетрациклин (на 16,5% больше, чем в контроле). Аналогичная ситуация наблюдалась и по приростам живой массы. Бройлеры опытных групп поедали корма больше на 3,23–8,47% на фоне более низкого расхода корма на 1 кг живой массы (на 6,38–10,6%) по сравнению с контролем. Бройлеры из III группы имели большее содержание эритроцитов (на 12,6–30,7%) и массу селезенки. Микробный профиль бройлеров III группы (сочетание гамма-окталактона и хлортетрациклина) был представлен микроорганизмами, относящимися к 4 филумам. Доминантом являлся филум *Firmicutes* (81,3%). Сравнение с контролем показало, что сочетание веществ уменьшило численность бактерий данного филума на 4,46% на фоне увеличения количества представителей филума *Bacteroidetes* на 9,32%. Наблюдалось увеличение представителей родов *Alistipes*, *Lactobacillus* и неклассифицированных родов семейства *Clostridiales*, при этом уменьшалось количество представителей неклассифицированных родов семейства *Ruminococcaceae*. Таким образом, при совместном использовании гамма-окталактона с хлортетрациклином усиливается ростостимулирующий эффект на фоне высокой поедаемости корма, снижения расхода корма на 1 кг живой массы, увеличения эритропоза и лейкоцитов в крови.

Ключевые слова: лактоны, антибиотики, кровь, живая масса, цыплята-бройлеры, кормление, экстракт листьев *Eucalyptus viminalis*, гамма-окталактон, химические элементы

Для цитирования: Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Косян Д.Б., Русакова Е.А., Кван О.В., Левахин Г.И. Влияние совместного использования гамма-окталактона и хлортетрациклина в рационе бройлеров: живая масса, эффективность использования корма и микробиом слепого кишечника. *Аграрная наука*. 2022; 362 (9): 47–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-47-53>

© Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Косян Д.Б., Русакова Е.А., Кван О.В., Левахин Г.И.

The effect of the combined use of gamma-octalactone and chlortetracycline in the broiler diet: live weight, feed efficiency and the microbiome of the caecum

ABSTRACT

Relevance, materials and methods. The experimental scheme included the control group — the main diet (MD); group I (positive control) — MD + chlortetracycline (20%) 0.63 g per 1 kg of body weight for 20 days; group II — MD + gamma-octalactone at a dosage of 0.1 ml/kg of b.w./day; III group — MD + gamma-octalactone + chlortetracycline (20%).

Results. In the course of research, the advantage of the live weight of experimental broilers over the control was established. The broilers that received gamma-octalactone + chlortetracycline with the main diet were distinguished by the greatest live weight (16.5% more than in the control). A similar situation was observed in terms of live weight gains. Broilers of the experimental groups ate more feed (by 3.23–8.47%), against the background of low feed consumption per 1 kg of live weight (by 6.38–10.6%) compared to the control. Broilers from group III had a higher content of erythrocytes (by 12.6–30.7%) and the weight of the spleen. The microbial profile of group III broilers (a combination of gamma-octalactone and chlortetracycline) was represented by microorganisms belonging to 4 phylum. The dominant phylum was *Firmicutes* (81.3%). Comparison with the control showed that the combination of substances reduced the number of bacteria of this phylum by 4.46%, against the background of an increase in the number of representatives of the *Bacteroidetes* phylum by 9.32% relative to the control. There was an increase in representatives of the genera *Alistipes*, *Lactobacillus* and unclassified genera of the family *Clostridiales*, while the number of representatives of unclassified genera of the family *Ruminococcaceae* decreased.

Key words: lactones, antibiotics, blood, live weight, broiler chickens, feeding, extract of *Eucalyptus viminalis*, gamma-octalactone, chemical elements

For citation: Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kosyan D.B., Rusakova E.A., Kvan O.V., Levakhin G.I. The effect of the combined use of gamma-octalactone and chlortetracycline in the broiler diet: live weight, feed efficiency and the microbiome of the caecum. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 47–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-47-53> (In Russian). © Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kosyan D.B., Rusakova E.A., Kvan O.V., Levakhin G.I.

Введение / Introduction

Устойчивость к противомикробным препаратам — одна из наиболее серьезных глобальных проблем, отрицательно влияющих на здоровье и экономику. Неконтролируемое использование антибиотиков на животноводческих фермах вызывает тревогу во всем мире, поскольку у микроорганизмов может развиться устойчивость либо за счет мутаций, либо за счет обмена генами с устойчивыми штаммами, распространение устойчивости представляет серьезный риск для здоровья общества [1]. Так, гены устойчивости к тетрациклину (tet (W)) были подтверждены во всех образцах микрофлоры кишечника птиц на бройлерных фермах [2]. В качестве альтернативных веществ исследователями всё активнее рассматриваются различные природные соединения [3].

Использование экстракта прополиса в рационах бройлеров может быть альтернативой антибиотикам тетрациклинового ряда в условиях холодового стресса. Также оно может повысить устойчивость цыплят-бройлеров к асцитному синдрому [4].

Смесь органических кислот, глюкоманнана и фитохимических веществ в сравнении с антибиотиком бацитрацином была также эффективна по перевариваемости питательных веществ в подвздошной кишке и количеству кишечных пищеварительных бактерий ($P < 0,05$), уменьшала количество кишечной палочки в слепой кишке и сальмонелл [5].

Включение экстракта (2%) кожуры мангустана в корм бройлеров в сравнении с колистином не оказало существенно различающегося влияния на прирост массы тела, потребление корма, но оказало влияние на уровень устойчивости к антибиотикам у бройлеров [6].

Отмечается, что не все лекарственные растения (календула в сравнении с флавомицином) оказывают положительное влияние на показатели роста бройлеров [7].

Ввиду непостоянства химического состава растений [8] исследователи используют в экспериментальных исследованиях отдельные биологически активные вещества для рационах животных.

Так, использование микрокапсулированного карвакрола и коричневого альдегида, смесь веществ *Quercus cortex* могут заменить кормовой антибиотик в рационах бройлеров, обеспечивая продуктивность, целостность кишечника и качество мяса бройлеров [9].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке влияния совместного использования гамма-окталактона и хлортетрациклина в рационе цыплят-бройлеров на рост, развитие, состояние организма и эффективность использования корма, микробиом слепого кишечника, и перспектив использования этой смеси для усиления действия антибиотика в случае вынужденного лечения птицы.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объект исследования. Цыплята-бройлеры (7-дневные, кросс Арбор Айкрес) в количестве 210 голов, разделенные на 4 группы ($n = 30$). Исследование проведено в трёх повторностях в течение 36 дней.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (OrderNo. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия,

чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Используемые вещества. Гамма-окталактон, 97%, «Sigma-Aldrich» (США). Выделен из экстракта *Eucalyptus viminalis*; доказана его способность ингибировать различные системы кворума (QS) LuxI / LuxR у бактерий (Duskaev G.K. et al., 2020). Антибиотик — 20%-ный хлортетрациклин.

Схема эксперимента. Экспериментальная часть работы была проведена в условиях вивария и центра коллективного пользования научным оборудованием. Образцы крови были отобраны от цыплят-бройлеров 4 групп. Контрольная группа — ОР; I группа — ОР + антибиотик (20%-ный хлортетрациклин), 0,63 г на 1 кг массы тела в течение 20 дней; II группа — ОР + гамма-окталактон в дозировке 0,1 мл/кг ж.м./сут.; III группа — ОР + гамма-окталактон + антибиотик (20%-ный хлортетрациклин).

Оценка птицы и исследования биосубстратов. Кормление и поение птицы осуществлялось групповым методом согласно рекомендациям ВНИТИП (1995).

В конце каждого периода была проведена оценка веса тела бройлеров, в конце эксперимента — потребление корма и смертность. Прирост массы тела, суточное потребление корма, коэффициент преобразования корма были рассчитаны для каждой группы. По окончании эксперимента в возрасте 42 дней были отобраны 10 птиц со средней массой тела, у них прижизненно взяты образцы крови из вены крыла.

Массу внутренних органов цыплят-бройлеров определяли после убоя птицы, не менее чем у 5 особей.

Морфологические показатели крови (содержание гемоглобина, гематокрит, количество эритроцитов лейкоцитов) определяли с помощью автоматического гематологического анализатора «URIT-2900 VetPlus» («URIT Medial Electronic Co.», Китай).

Выделение ДНК. Тотальную ДНК из образцов содержимого кишечника выделяли при помощи набора «Fast DNA[®] SPIN Kit for Faeces» («MP Biomedicals Inc.», США) с использованием лизирующего матрикса «Lysing Matrix E». Образцы гомогенизировали на приборе «Tissue Lyser LT» («Qiagen», Нидерланды). Время гомогенизации было увеличено до 5 минут по сравнению с протоколом производителя. Качество выделенной ДНК проверяли методом горизонтального электрофореза в 1%-ном агарозном геле и спектрофотометрическим методом на приборе «Nanodrop 8000» («Thermo Fisher Scientific», США). Концентрацию ДНК измеряли на приборе «Qubit 4 Fluorometer» («Life Technologies», США) при помощи набора «dsDNA High Sensitivity Assay Kit».

Приготовление ДНК-библиотек и проведение секвенирования. Приготовление ДНК-библиотек выполнено в соответствии с протоколом «Illumina» (Part #15044223, Rev. B.). Ампликоны региона V3-4 гена 16SSUrRNA были получены с использованием праймеров S-D-Bact-0341-b-S-17 и S-D-Bact-0785-a-A-21. Реакционная смесь (25 мкл) содержала 10 нг матрицы; прямой и обратный праймеры, 0,2 мкм каждого; 80 мкм ДНТФ; 0,2 единицы активности Q5 High-Fidelity DNA полимеразы («New England Biolabs, Ipswich», США). ДНК-библиотеки очищали методом твердофазной иммобилизации на парамагнитных частицах при Agencourt AM Pure XP beads («Beckman Coulter», США). Качество библиотек проверяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Qiaxcel Advanced System» («Qiagen», Германия) с использованием картриджа «QIAxcel DNAScreening Kit». Парноконцевое секвенирование ампликоновых

Таблица 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 30$), г
Table 1. Dynamics of live weight of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 30$), g

Период	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
Начало опыта	340,0±6,60	340,0±7,60	340,0±8,50	340,4±9,90
1-я нед.	612,8±12,5	680,8±11,4	676,4±21,6	680,4±24,2
2-я нед.	1049,6±32,3	1224,0±23,6	1215,2±50,1	1205,2±47,6
3-я нед.	1682,0±37,4	1889,6±37,8	1852,4±89,3	1857,2±63,4
4-я нед.	2473,2±49,0	2561,2±35,6	2546,8±118,8	2651,2±82,5
5-я нед.	2896,0±88,3	3074,5±52,3	3288,0±174,1	3375,0±68,6*

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 2. Прирост живой массы цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 30$), г
Table 2. Live weight gain of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 30$), g

Прирост	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
Среднесуточный	69,9±5,80	75,3±4,30	79,8±4,90	82,7±5,20*
Абсолютный	1976,8±583,0	2119,6±611,0	2290,4±673,8	2359,6±675,8

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 3. Поедаемость и расход корма при выращивании цыплят-бройлеров ($n = 30$), г
Table 3. Eatability and feed consumption when raising broiler chickens ($n = 30$), g

Показатель	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
Стартовый комбикорм	2086,80	2196,40	2280,80	2242,40
Ростовой комбикорм	2480,70	2518,80	2602,20	2712,25
Всего за эксперимент (42 дн.)	4567,50	4715,20	4883,00	4954,65
Расход корма на прирост 1 кг ж.м.	1,88	1,76	1,71	1,68

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 4. Масса внутренних органов цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 30$), г
Table 4. The weight of the internal organs of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 30$), g

Масса органа	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
Селезенка	3,12±0,23	3,40±0,18	3,81±0,30	4,21±0,44*
Печень	60,2±1,98	51,7±0,97	54,9±2,86	57,6±6,18

Примечание: * — $P \leq 0,05$

Таблица 5. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров ($M \pm m$, $n = 30$)
Table 5. Morphological blood parameters of broiler chickens ($M \pm m$, $n = 30$)

Показатель	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
Эритроциты, 10^{12} к л/л	2,69±0,63	3,39±0,59	3,25±0,62	3,88±0,03*
Гемоглобин, г/л	118,3±3,28	123,3±4,84	114,3±4,67	115,0±2,65
Гематокрит, %	22,1±0,58	23,3±1,07	21,0±0,75	21,1±0,50
Тромбоциты, 10^9 к л/л	132,3±21,2	129,0±12,5	122,7±16,83	107,7±2,73
Тромбокрит, %	0,23±0,04	0,22±0,02	0,21±0,02	0,18±0,02

Примечание: * — $P \leq 0,05$

ДНК-библиотек было выполнено на платформе «Illumina MiSeq» с использованием набора реактивов «MiSeq Reagent Kitv .2 (500-cycle)» («Illumina», США).

Приготовление ДНК-библиотек, секвенирование и биоинформатическая обработка были выполнены в ЦКП «Персистенция микроорганизмов» Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (Оренбург, Россия).

Статистический анализ полученных данных обрабатывался с использованием программы «Statistica 10RU».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследований было установлено преимущество по живой массе опытных бройлеров над контролем (табл. 1).

Так, уже в первую неделю эксперимента опытные группы, получавшие к основному рациону антибиотик, гамма-октолактон и их смесь, характеризовались преобладанием живой массы на 68,0 г (11,1%), 63,6 г (10,4%) и 67,6 г (11,0%) в сравнении с контролем. К концу эксперимента цыплята-бройлеры контрольной группы по живой массе достоверно уступали опытным соответственно на 178,5, 392 и 479 г (6,16, 13,5 и 16,5%). Наибольшей живой массой отличались бройлеры, получавшие с основным рационом гамма-октолактон + антибиотик, что на 16,5% больше, чем в контроле. Аналогичная ситуация наблюдалась и по приростам живой массы (табл. 2).

Бройлеры из III группы превосходили аналогов из контрольной, I и II групп по среднесуточному приросту на 12,8 г (15,4%), 7,36 г (8,90%) и 2,86 г (3,45%); по абсолютному — на 382,8 г (16,2%), 240,0 г (10,2%) и 69,2 г (2,93%).

В ходе исследований были установлены достоверные изменения в динамике живой массы подопытных бройлеров (табл. 3).

За весь период эксперимента бройлеры I, II и III групп поедали корма больше на 147,7 г (3,23%), 315,5 г (6,90%) и 387,1 г (8,47%), однако расход корма на 1 кг живой массы у них был меньше на 0,12 г (6,38%), 0,17 г (9,04%) и 0,20 г (10,6%) по сравнению с контролем.

На фоне совместного введения вещества и антибиотика наибольшей массой селезенки отличались бройлеры III группы (табл. 4).

Так, по данному показателю они превосходили контрольную, I и

II группы на 1,09 г (25,9%), 0,81 г (19,2%) и 0,40 г (9,50%). По массе печени контрольная группа превосходила I, II и III группы на 4,1; 8,89 и 4,31%.

Хотя некоторые морфологические показатели крови варьировались по группам, но все же все они находились в пределах физиологической нормы (табл. 5).

Бройлеры из III группы имели большее содержание эритроцитов — на 30,7; 12,6 и 16,2% в сравнении с контрольной, I и II группами. Введение антибиотика птице из I группы способствовало большей концентрации гемоглобина — на 4,05% в сравнении с контролем.

Введение с основным рационом активных веществ оказало влияние на содержание белых клеток крови (рис. 1).

По содержанию белых клеток крови бройлеры из контрольной, I и II групп превосходили птицу, получающую с основным рационом антибиотик, на 1,32; 10,08 и 7,83% соответственно.

Анализ микробиома. При анализе бактериального профиля образцов содержимого слепой кишки цыплят-бройлеров контрольной группы было выявлено 327 OTU, которые можно отнести к 4 филумам зубактерий, представители которых составляли 99% микрофлоры. В частности, представители филума *Firmicutes* составляли большинство, на их долю приходилось 85,7%, а представителей филумов *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* и *Proteobacteria* было не более 5% (4,16; 4,63 и 4,91% соответственно). Другие группы бактерий, не идентифицированных в ходе исследования, составили не более 0,58% от общего количества (рис. 2A). Оценивая микробное разнообразие более низких таксономических единиц в контрольной группе, можно отметить несколько минорных родов, которые представлены большим процентом микроорганизмов от общего числа: неклассифицированные роды семейства *Ruminococcaceae* (21,34%), *Streptococcus* (11,34%), *Turicibacter* (6,17%), *Faecalibacterium* (5,36%), *Eisenbergiella* (4,92%), неклассифицированные роды семейства *Lachnospiraceae* (4,51%), *Lactobacillus* (4,19%) (рис. 2B).

При анализе бактериального профиля содержимого слепой кишки цыплят-бройлеров I группы (добавление антибиотика) идентифицировано 295 OTU, которые можно отнести к 4 филумам. Доминирующим филумом так же, как и в контроле, определен *Firmicutes* (81,6%), но содержание представителей данного филума на 4% меньше, чем в контрольной группе. Вследствие этого

Рис. 1. Содержание лейкоцитов в крови бройлеров кросса Арбор Айкрес на фоне введения гамма-окталактона и хлортетрациклина в рацион (M±m, n = 30), %

Fig. 1. The content of white blood cells in Arbor Acres cross broilers against the background of gamma-octalactone administration and chlortetracycline into the diet (M±m, n = 30), %

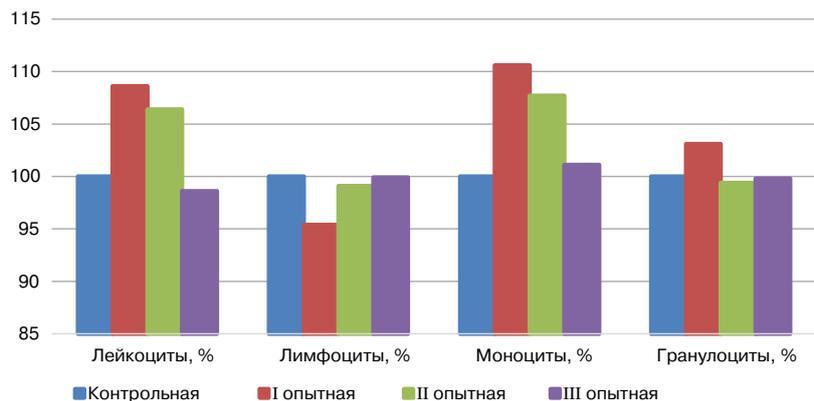


Рис. 2. Бактериальный профиль содержимого слепой кишки у цыплят-бройлеров контрольной группы: А — разнообразие таксонов; В — разнообразие родов

Fig. 2. Bacterial profile of broiler chickens of the control group: A — diversity of taxa; B — diversity of genera

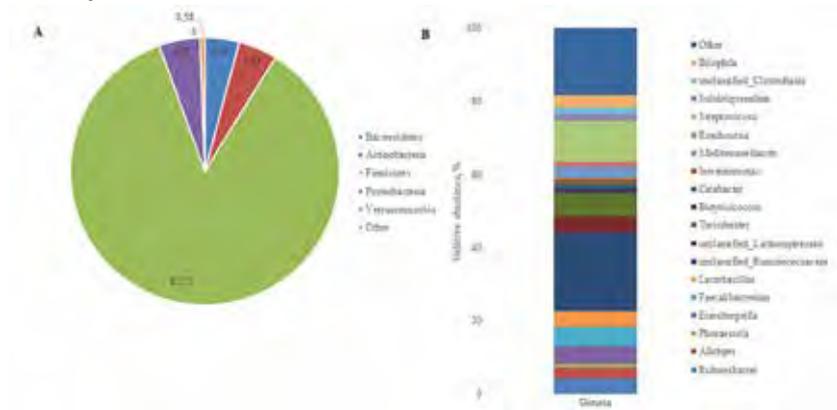
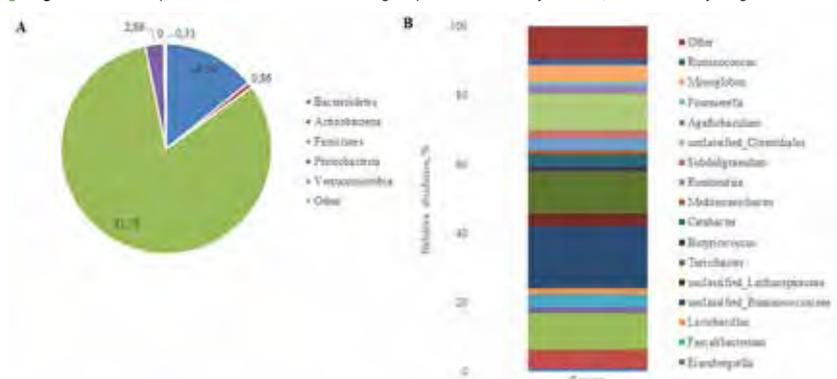


Рис. 3. Бактериальный профиль содержимого слепой кишки цыплят-бройлеров I группы: А — разнообразие таксонов; В — разнообразие родов

Fig. 3. Bacterial profile of broiler chickens of group I: A — diversity of taxa; B — diversity of genera



наблюдается увеличение процента микроорганизмов филума *Bacteroidetes*, разница составила 9,59% относительно контроля. Бактерии, относящиеся к филумам *Actinobacteria* и *Proteobacteria*, составляют около 3% от общего числа микроорганизмов. Доля остальных филумов составила не более 0,33% от общего количества (рис. 3A). При добавлении антибиотика увеличивается количество представителей родов *Phocaeicola* (10,8%), неклассифицированных родов семейства *Clostridiales* (10,7%), *Monoglobus* (4,99%), а также *Agathobaculum*,

Рис. 4. Бактериальный профиль содержимого слепой кишки у цыплят-бройлеров II группы: А — разнообразие таксонов; В — разнообразие родов

Fig. 4. Bacterial profile of broiler chickens of group II: А — diversity of taxa; В — diversity of genera

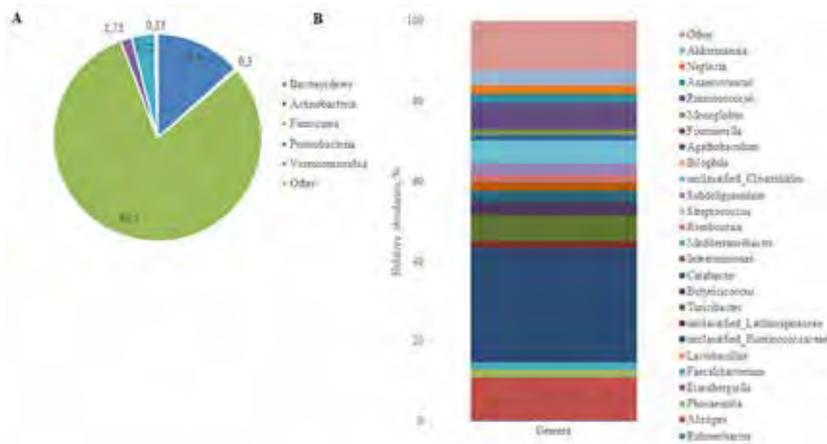
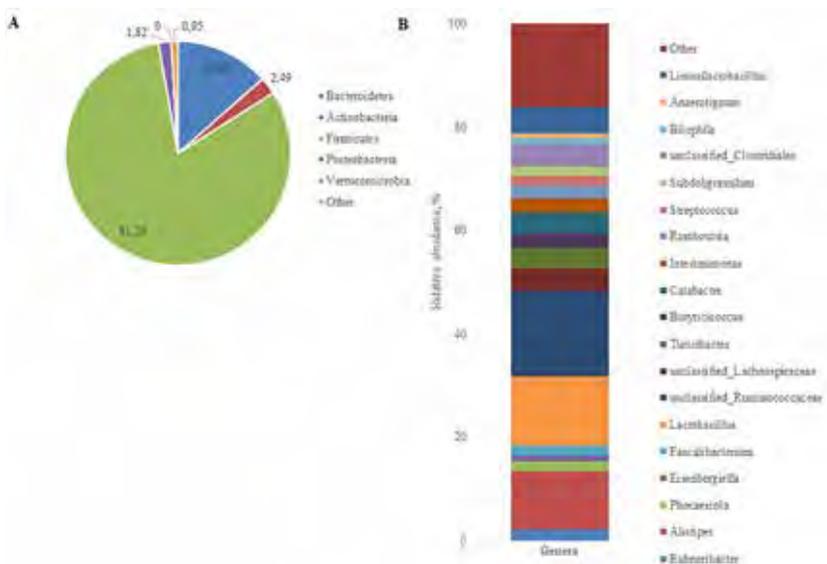


Рис. 5. Бактериальный профиль содержимого слепой кишки у цыплят-бройлеров III группы: А — разнообразие таксонов; В — разнообразие родов

Fig. 5. Bacterial profile of broiler chickens of group III: А — diversity of taxa; В — diversity of genera



Fournierella и *Ruminococcus*, содержание которых составляло чуть более 2%. Также наблюдается увеличение в 2 раза числа представителей рода *Turicibacter* (12,3%), при этом процент содержания родов *Lactobacillus* и *Mediterraneibacter* уменьшается почти в 2 раза (рис. 3В).

Метагеномное секвенирование содержимого слепой кишки II группы (добавление гамма-окталактона) позволило выявить 226 ОТЕ, которые соответствуют 5 филумам. Также, как и в контрольной и I группе, доминантами являются представители филума *Firmicutes* (80,5%). Их количество на 5,22% ниже, чем в контроле, разница между I и II группами была минимальна. На долю филума *Bacteroidetes* приходится 13,4% от общего содержания микроорганизмов; это на 9,24% выше, чем в контрольной группе (рис. 4А). При добавлении гамма-окталактона наблюдается появление представителей филума *Verrucomicrobia* (3,72%), которые отсутствовали в контроле и I группе. Филумы *Actinobacteria* и *Proteobacteria* составляли всего 2% от общего числа бактерий. Доля остальных филумов не превышала 0,33% от общей массы микробиоты. При добавлении к основному ра-

циону гамма-окталактона увеличивается количество представителей неклассифицированных родов семейства *Ruminococcaceae* на 7,20%, рода *Alistipes* — на 7,72%, почти в 2 раза — представителей рода *Butyricoccus* и неклассифицированных родов семейства *Clostridiales*. Рода *Anaerotruncus*, *Neglecta* и *Akkermansia* были обнаружены в количестве около 4%, но отсутствовали в контроле (рис. 4В).

Микробный профиль цыплят-бройлеров III опытной группы (сочетание гамма-окталактона и антибиотика) был представлен микроорганизмами, относящимися к 4 филумам. Доминантом являлся филум *Firmicutes* (81,26%) — также, как и в вышеописанных группах. Однако разница была минимальна. Сравнение с контролем показало, что сочетание веществ уменьшило численность бактерий данного филума на 4,46%. На фоне вышеописанного наблюдается увеличение количества представителей филума *Bacteroidetes* на 9,32% относительно контроля. В III группе наблюдается увеличение представителей филума *Actinobacteria* в сравнении с I и II группой (на 1,63 и 2,19% соответственно) (рис. 5А). При сочетанном применении антибиотика и гамма-окталактона наблюдается увеличение числа представителей родов *Alistipes*, *Lactobacillus* и неклассифицированных родов семейства *Clostridiales* как относительно контроля, так и I и II опытных групп, при этом уменьшается количество представителей неклассифицированных родов семейства *Ruminococcaceae* (рис. 5В).

Результаты исследований согласуются с ранее проведенными экспериментами: так, добавление фитобиотиков к рациону цыплят-бройлеров (лиственная мука *Persicariaodorata* и листовая мука *Piperbetle*; смесь *Aervalanata*, *Piperbetle*, *Cynodondactylon* и *Pipernigrum*) увеличило показатели роста; механизм действия в данном случае — улучшение морфологии кишечника, положительная модуляция и поддержание динамики микробиоты слепой кишки с улучшением усвояемости питательных веществ корма [10, 11]. Вероятным механизмом действия также может являться известный противовоспалительный эффект гамма-окталактона, его оказывают в том числе *M. charantia*; гамма-окталактон обладает важными биологическими свойствами, может помочь в борьбе с бактериальными патогенами [12], способен усиливать действие других растительных молекул или биологически активных веществ [13].

В опытных группах отмечено более высокое содержание эритроцитов, особенно при сочетании антибиотика и гамма-окталактона, — в литературе отмечается отсутствие какого-либо токсического действия лактонов на данные клетки [14]. Введение тетрациклинов но-

вого поколения в организм животных [15] также не оказывает негативного влияния на уровень эритроцитов, в то же время отмечено увеличение уровня гемоглобина в клетках.

Подтверждения положительного синергетического действия антибиотиков и фитохимических веществ получены некоторыми исследователями: в отношении усиления антибактериального эффекта [16] на грамотрицательные микроорганизмы [17] при комбинации тетрациклина и неочищенных экстрактов растений (*Vernonia mygdalina*, *Garcinia oia*); *Macleayac ordata* улучшает действие тетрациклина на показатели роста цыплят-бройлеров, такие как выживаемость, суточный вес и соотношение корма к весу [18]. Схожий эффект был отмечен в нашем эксперименте.

Косвенным подтверждением положительного действия фитохимических веществ, содержащихся в *Eucalyptus* (нами ранее выделен из данного растения гамма-окталактон), являются ранее проведенные исследования, где отмечено, что порошок из листьев *Eucalyptus* в дозе 0,5% [19] стимулирует рост бройлеров, увеличивает содержание лейкоцитов в крови, что согласуется с данными проведенного эксперимента.

В отличие от результатов нашего эксперимента, использование *Eucalyptus globulus* L. [20] в рационе брой-

леров не оказало влияния на прирост массы птицы, хотя имеются и противоположные сведения [21].

Использование хлортетрациклина как отдельно, так и в сочетании с гамма-окталактоном в рационе бройлеров увеличивало процент филума *Firmicutes*, но уменьшало процент филума *Bacteroidetes*, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [22]; это сопровождалось увеличением числа представителей родов *Barnesiella* и *Ruminiclostridium*.

Ранее установлено, что более высокое соотношение *Firmicutes* к *Bacteroidetes* может способствовать росту бройлеров [23], что может быть возможной причиной стимулирования роста в рационах с кормовыми антибиотиками. Аналогичный эффект мы наблюдали в своих экспериментах.

Выводы / Conclusion

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что включение гамма-окталактона и хлортетрациклина в рацион бройлеров способствует усилению ростостимулирующего эффекта, поедаемости корма, снижению расхода корма на 1 кг живой массы, увеличению эритропоза, числа представителей филума *Firmicutes* в слепом кишечнике. Необходима дополнительная оценка совместного действия веществ на большой птице.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены по проекту РНФ №16-16-10048 и теме НИР № 0526-2019-0002.

FUNDING

The research was carried out according to the RSF project No. 16-16-10048 and research project No. 0526-2019-0002.

REFERENCES

1. Ferri M, Ranucci E, Romagnoli P, Giaccone V. Antimicrobial resistance: a global emerging threat to public health systems. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2017; 57:2857-2876. doi: 10.1080/10408398.2015.1077192.
2. Mahmoud M.AM, Abdel-Mohsein HS. Hysterical tetracycline in intensive poultry farms accountable for substantial gene resistance, health and ecological risk in Egypt- manure and fish. Environ Pollut. 2019;255(1):113039. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113039.
3. Franco CM, Vázquez BI. Natural Compounds as Antimicrobial Agents. Antibiotics (Basel). 2020; 9(5):217. doi: 10.3390/antibiotics9050217.
4. Shirzadi H, Shariatmadari F, Karimi Torshizi MA, Rahimi S, Masoudi AA, Zaboli G, Hedayat-Evrigh N. Plant extract supplementation as a strategy for substituting dietary antibiotics in broiler chickens exposed to low ambient temperature. Arch Anim Nutr. 2020; 74(3):206-221. doi: 10.1080/1745039X.2019.1693860.
5. Manafi M, Hedayati M, Pirany N, Omede AA. Comparison of performance and feed digestibility of the non-antibiotic feed supplement (Novacid) and an antibiotic growth promoter in broiler chickens. Poult Sci. 2019;98(2): 904-911. doi: 10.3382/ps/pey437.
6. Herawati O, Untari T, Anggita M, Artanto S. Effect of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel extract as an antibiotic growth promoter on growth performance and antibiotic resistance in broilers. Vet World. 2019;13(4): 796-800. doi: 10.14202/vetworld.2020.796-800.
7. Foroutankhah M, Toghyani M, Landy N. Evaluation of Calendula officinalis L. (marigold) flower as a natural growth promoter in comparison with an antibiotic growth promoter on growth performance, carcass traits and humoral immune responses of broilers. Anim Nutr. 2019;5(3):314-318. doi: 10.1016/j.aninu.2019.04.002.
8. Logachev K., Karimov I., Duskaev G., Frolov A., Tulebaev S., Zav'yalov O. Study of intercellular interaction of ruminal microorganisms of beef cattle. Asian Journal of Animal Sciences. 2015;9(5):248-253. DOI 10.3923/ajas.2015.248.253
9. Bosetti GE, Griebler L, Aniecevski E, Facchi CS, Baggio C, Rossatto G, Leite F, Valentini FDA, Santo AD, Pagnussatt H, Boiago MM, Petrolli TG. Microencapsulated carvacrol and cinnamaldehyde replace growth-promoting antibiotics: Effect on performance and

- meat quality in broiler chickens. An Acad Bras Cienc. 2020;92(3): e20200343. doi: 10.1590/0001-3765202020200343.
10. Oso AO, Suganthi RU, Reddy GBM, Malik PK, Thirumalaisamy G, Awachat VB, Selvaraju S, Arangasamy A, Bhatta R. Effect of dietary supplementation with phytochemical blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens. Poult Sci. 2019;98(10): 4755-4766. doi: 10.3382/ps/pez191.
11. Basit MA, Kadir AA, Loh TC, Abdul Aziz S, Salleh A, Zakaria ZA, Banke Idris S. Comparative Efficacy of Selected Phytobiotics with Halquinol and Tetracycline on Gut Morphology, Ileal Digestibility, Cecal Microbiota Composition and Growth Performance in Broiler Chickens. Animals (Basel). 2020;10(11): 2150. doi: 10.3390/ani10112150.
12. Eltom SEM, Abdellatif AAH, Maswadeh H, Al-Omar MS, Abdel-Hafez AA, Mohammed HA, Agabein EM, Alqasoomi I, Alrashidi SA, Sajid MSM, Mobark MA. The Anti-Inflammatory Effect of a gamma-Lactone Isolated from Ostrich Oil of *Struthio camelus* (Ratite) and Its Formulated Nano-Emulsion in Formalin-Induced Paw Edema. Molecules. 2021;26(12): 3701. doi: 10.3390/molecules26123701.
13. Deryabin D, Inchagova K, Rusakova E, Duskaev G. Coumarin's Anti-Quorum Sensing Activity Can Be Enhanced When Combined with Other Plant-Derived Small Molecules. Molecules. 2021;26(1): 208. doi: 10.3390/molecules26010208.
14. Gładkowski W, Włoch A, Pawlak A, Sysak A, Białońska A, Mazur M, Mitula P, Maciejewska G, Obmińska-Mrukowicz B, Kleszczyńska H. Preparation of Enantiomeric β -(2',5'-Dimethylphenyl) Bromolactones, Their Antiproliferative Activity and Effect on Biological Membranes. Molecules. 2018;23(11): 3035. doi: 10.3390/molecules23113035.
15. Kvan O, Duskaev G, Rakhmatullin S, Kosyan D. Changes in the content of chemical elements in the muscle tissue of broilers on the background of plant extract and tetracyclines. International Journal of Environmental Science and Development. 2019. 10 (12), pp. 419-423. DOI 10.18178/ijesd.2019.10.12.1209
16. Bao M, Zhang L, Liu B, Li L, Zhang Y, Zhao H, Ji X, Chen Q, Hu M, Bai J, Pang G, Yi J, Tan Y, Lu C. Synergistic effects of anti-MRSA herbal extracts combined with antibiotics. Future Microbiol. 2020;5:1265-1276. doi: 10.2217/fmb-2020-0001.
17. Enemchukwu CM, Oli AN, Okoye EI, Ujam NT, Osazuwa EO, Emechebe GO, Okeke KN, Ifezulike CC, Ejifor OS, Okoyeh JN.

Winning the War against Multi-Drug Resistant Diarrhoeagenic Bacteria. *Microorganisms*. 2019; 7(7): 197. doi: 10.3390/microorganisms7070197.

18. Li B, Zhang JQ, Han XG, Wang ZL, Xu YY, Miao JF. Macleaya cordata helps improve the growth-promoting effect of chlortetracycline on broiler chickens. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2018; 19(10): 776-784. doi: 10.1631/jzus.B1700435.

19. Mashayekhi H, Mazhari M, Esmaeilpour O. Eucalyptus leaves powder, antibiotic and probiotic addition to broiler diets: effect on growth performance, immune response, blood components and carcass traits. *Animal*. 2018; 12(10):2049-2055. doi: 10.1017/S1751731117003731.

20. Farhadi D, Karimi A, Sadeghi G, Sheikahmadi A, Habibian M, Raei A, Sobhani K. Effects of using eucalyptus (*Eucalyptus globulus* L.) leaf powder and its essential oil on growth performance and immune

response of broiler chickens. *Iran J Vet Res*. 2017; 18(1):60-62.

21. Mohebodini H, Jazi V, Ashayerizadeh A, Toghyani M, Tellez-Isaias G. Productive parameters, cecal microflora, nutrient digestibility, antioxidant status, and thigh muscle fatty acid profile in broiler chickens fed with *Eucalyptus globulus* essential oil. *Poult Sci*. 2021; 100(3):100922. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.020.

22. Shang QH, Liu SJ, He TF, Liu HS, Mahfuz S, Ma XK, Piao XS. Effects of wheat bran in comparison to antibiotics on broiler performance, intestinal immunity, barrier function, and microbial composition in broiler chickens. *Poult Sci*. 2020; 99(10): 4929-4938. doi: 10.1016/j.psj.2020.06.031.

23. Hong Y, Cheng Y, Li Y, Li X, Zhou Z, Shi D, Li Z, Xiao Y. Preliminary Study on the Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* TL on Cecal Bacterial Community Structure of Broiler Chickens. *Biomed Res Int*. 2019; 3: 5431354. doi: 10.1155/2019/5431354.

ОБ АВТОРАХ:

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

Шамиль Гафиулович Рахматуллин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>.

Ольга Вилориевна Кван, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>.

Елена Анатольевна Русакова, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1622-1284>.

Дианна Багдасаровна Косян, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-2621-108X>.

Георгий Иванович Левахин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8686-1284>.

ABOUT THE AUTHORS:

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

Shamil Gafiuilovich Rakhmatullin, PhD, senior researcher, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0143-9499>.

Olga Vilorievna Kvan, PhD, senior researcher, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>.

Elena Anatolyevna Rusakova, PhD, research scientist, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-1622-1284>.

Dianna Bagdasarovna Kosyan, PhD, senior researcher, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-2621-108X>.

Georgy Ivanovich Levakhin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, st. Yanvarya 9, Orenburg, 460000, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8686-1284>.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЫПЛЯТАМ-БРОЙЛЕРАМ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ НА ПТИЦЕФАБРИКЕ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

Птицеводство сегодня — это динамично развивающаяся, высококонкурентная отрасль, к которой предъявляются все более жесткие требования к качеству готовой продукции. В России на предприятиях, входящих в ТОП-10 по производству мяса птицы, кормовая добавка ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ успешно используется в качестве альтернативы антибиотикам — стимуляторам роста.

Природные компоненты, входящие в состав данного продукта, например эфирные масла в специальной защищенной форме, способны нарушать целостность клеточной стенки и внутриклеточный метаболизм бактерий. Это приводит к гибели патогенов, что препятствует развитию патогенной микрофлоры в ЖКТ, поддерживает и стабилизирует нормофлору кишечника птицы.

Зарубежными учеными в 90-х годах была исследована и доказана бактерицидная активность карвакрола в отношении *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*; эвгенола — в отношении *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, *Listeria monocytogenes*; тимола — в отношении *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, а синергетический эффект комбинации всех активных ингредиентов в составе ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ оказывает воздействие еще и на *Clostridium perfringens* (S. Cosentino et al., 1999).

Горькие субстанции в кормовой добавке ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ повышают поедаемость корма, увеличивают клеточные мембраны тонкого отдела кишечника для лучшей проницаемости питательных веществ.

Оптимально подобранный состав органических кислот (фумаровая, яблочная, лимонная), защищенных жи-

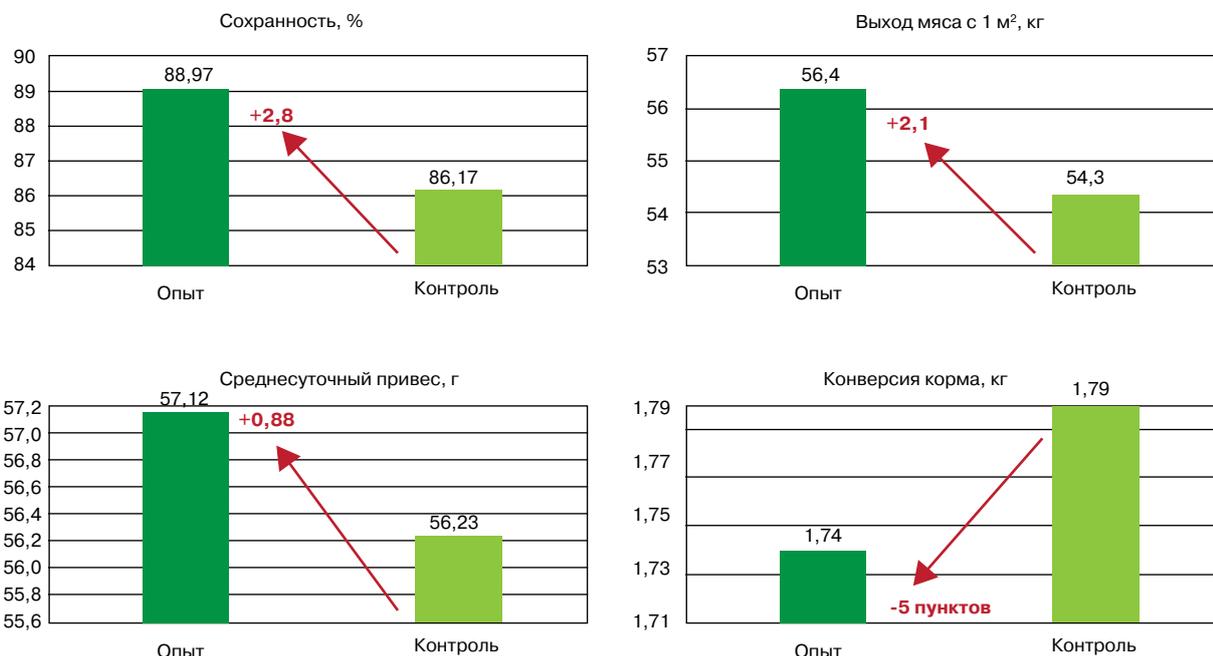
ровой капсулой, медленно и постепенно высвобождается благодаря действию липазы в кишечнике, помогая эфирным маслам и экстрактам растений работать эффективнее.

Таким образом, кумулятивный эффект ингредиентов, входящих в состав ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ, препятствует развитию патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте птицы, сохраняет здоровье слизистой оболочки кишечника и способствует лучшей перевариваемости корма. Все это ведет к увеличению продуктивности птицы.

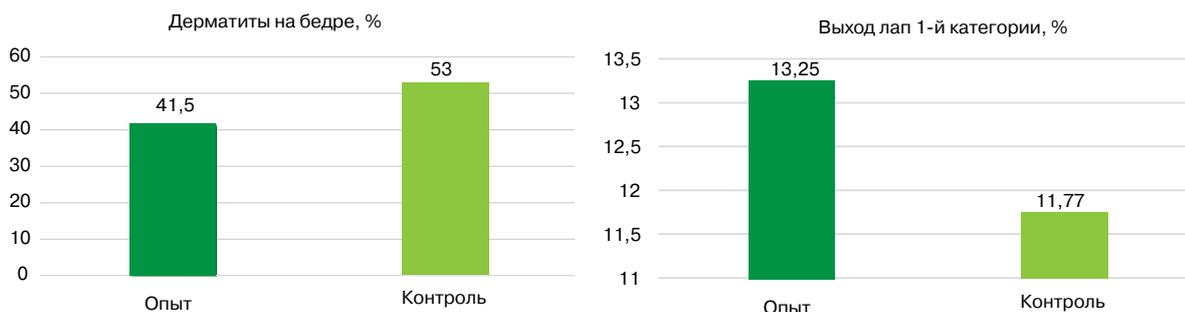
В рамках разработанной ГК ВИК программы по снижению себестоимости мяса птицы и улучшению производственных показателей цыплят-бройлеров был проведен производственный опыт на птицефабрике Сибирского региона РФ с кормовой добавкой ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ.

Опытная и контрольная группы цыплят-бройлеров кросса Росс-308 были сформированы по принципу аналогов: опытная группа — три птичника с общим поголовьем 146 295 голов, контрольная группа — три птичника с общим поголовьем 146 295 голов. Система содержания — клеточная. Основные условия кормления были идентичны и соответствовали рекомендациям для кросса.

Рис. 1. Производственные результаты в среднем по трем корпусам опытной и контрольной групп цыплят-бройлеров



На правах рекламы

Рис. 2. Качество кожного покрова и выхода лап 1-й категории

В связи со сложной эпизоотической обстановкой по бактериальным желудочно-кишечным заболеваниям и утвержденной на предприятии в схеме в рацион обеих групп входил антибиотик-стимулятор роста. В рацион опытной группы была также добавлена кормовая добавка ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ в дозе 1 кг на 1 тонну корма. Продолжительность производственного опыта: июнь — июль 2021 г.

В ходе проведенного производственного опыта с кормовой добавкой ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ получили по законченным трем партиями откорма бройлеров следующие результаты: сохранность выше на 2,8%, среднесуточный привес +0,88 г, коэффициент конверсии корма ниже на 5 пунктов. Выход мяса с 1 м² превышал в опытной группе показатель контрольной на 2,1 кг (рис. 1).

Интересный факт был обнаружен при ветеринарно-санитарном осмотре тушек цыплят-бройлеров после убоя. Было отмечено, что в опытной группе, где применяли кормовую добавку ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ повреждения кожи у цыплят-бройлеров, в частности дерматиты бедра и пододрематиты лап, встречались значительно реже.

Из рис. 2 видно, что в опытной группе у цыплят-бройлеров дерматитов на бедре было меньше на 11,5%, чем

в контрольной. Увеличился выход лап 1-й категории на 1,5%. Этот важный момент был отмечен сотрудниками предприятия, так как они поставляют лапы в КНР.

При подсчете эффективности потраченных денежных средств в опытной группе при применении кормовой добавки ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ цыплятам-бройлерам возврат инвестиций составил 3,12 рубля на 1 рубль затрат.

Анализ имеющейся информации и данные производственного опыта на птицефабрике в Сибирском регионе свидетельствуют о том, что кормовую добавку ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ производства компании ССРА (Франция) можно рекомендовать для повышения эффективности предприятий, специализирующихся на производстве мяса цыплят-бройлеров.

Роман Трофимов,
ведущий технолог-консультант департамента
птицеводства ГК ВИК

**ГК ВИК — официальный дистрибьютор кормовой
добавки ПРОАКТИВ ПОУЛТРИ**
<https://vicgroup.ru/>

ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ — НАША ПРОФЕССИЯ



ГРУППА
КОМПАНИЙ
ВИК

**ПРОАКТИВ
ПОУЛТРИ**
фитобиотик для птицы

Альтернатива антибиотикам —
стимуляторам роста

эфирные масла
карвакрол, тимол,
коричный альдегид

экстракты растений
капсаицин и
горькие вещества

комплекс защищенных
органических кислот
фумаровая, DL-яблочная,
лимонная кислоты

ССРА-GROUPE

НАДЁЖНО, ВЫГОДНО И... СТРАШНО!



О главных фермерских опасениях перед заготовкой объемистых кормов в пленке рассказывает Анна Шумилова, аудитор по заготовке кормов, агротехнолог, эксперт Центра содействия развитию мясного и молочного животноводства.

СТРАХ: НОВОЕ РЕШЕНИЕ В ХОЗЯЙСТВЕ

Мы с коллегами в Центре содействия развитию мясного и молочного животноводства часто вспоминаем, что на семинарах о заготовке «Сенажа в упаковке» только 20% времени уделяем преимуществам технологии, её практическому смыслу и экономической эффективности. Остальные 80% времени уходят на психологическую поддержку фермеров, которым трудно решиться изменить систему заготовки кормов. 800 000 рублей на 100 голов в год — доход, который можно получить благодаря применению эффективных объемистых кормов 1 класса. Но этот аргумент часто остаётся неслышанным, ведь сено, несмотря на все трудности заготовки, более привычно хозяйствам в 100 голов КРС.

Хозяйства сдают на молокозаводы сырьё низкого качества, получают за него что-то, что позволяет и дальше топтаться на месте, — на рост и развитие рассчитывать не приходится.

Литр сырого молока от одной фермы не равен литру сырого молока от другой фермы. При работе с сырьем низкого качества возникают сложности в переработке и получается меньший выход готовой продукции. Молокоперерабатывающие предприятия такая ситуация устраивает. Свои задачи они решают. Но фермеры при этом не понимают, почему их молоко стоит так дешево, ведь далеко не все предприятия открыто показывают, как формируют закупочные цены.

Фактическая стоимость молока определяется путем перерасчета фактической массы в значение условной массы пропорционально значениям базисных общероссийских норм массовой доли жира и белка с применением качественных показателей по формулам:

$$M_y = M_\phi \cdot (Ж_\phi + Б_\phi) / (Ж_\phi + Б_\phi),$$

$$C_\phi = M_y \cdot Ц_\phi \cdot K_\kappa,$$

где M_y — условная масса принятого молока; M_ϕ — фактическая масса принятого молока; $Ж_\phi$ — массовая доля жира фактическая при приемке в %; $Б_\phi$ — массовая доля белка фактическая при приемке в %; $Б_\phi$ — базисная общероссийская норма массовой доли белка, 3,0%; C_ϕ — фактическая стоимость принятого молока; $Ц_\phi$ — базовая цена молока; K_κ — коэффициент качества молока в зависимости от сорта.

Вот пример расчета цены молока-сырья в зависимости от качественных показателей:

	1-й вариант	2-й вариант	3-й вариант
Количество, кг	2000	2000	2000
Жир, %	4	4,1	3,7
Белок, %	3,36	3,2	3
Сорт	1,23	1	0,84
Вес условный, кг	2300	2594	2094
Цена базовая, руб.	21,4	21,4	21,4
Сумма закупки, руб.	60 541	55 506	37 637
Цена фактическая, руб.	30,27	27,75	18,82

по данным на 2020 год

Смотрите сами: разница в стоимости между 1 и 3 вариантом — больше, чем 1,5 раза.

Открытые схемы формирования закупочных цен молокоперерабатывающими предприятиями позволяют сельхозтоваропроизводителям сфокусировать внимание на своих упущениях и будут стимулировать выдавать более качественный и ценный продукт. Польза для фермерского кошелька — это самый лучший аргумент в пользу современных способов кормозаготовки.



Упаковщик рулонов SPEEDWAY 120 и готовые рулоны



Молочное хозяйство «Дельта-Ф» в Московской области

**СТРАХ: НЕ ПРОВЕРЕНО
В КОНКРЕТНЫХ УСЛОВИЯХ**

Доводы об успешном применении «Сенажа в упаковке» в регионах России часто разбиваются о железобетонное: «У нас же совсем другой климат», «У нас больше дождей / засушливых дней». Но ведь это не имеет значения! Ключевое преимущество кормов в плёнке — высокая скорость консервирования: от момента скашивания до упаковки проходит менее суток. Мы можем убирать подвяленные корма 1-го класса в короткий промежуток времени между проливными дождями и сохранять сочные корма при сушеях.

Этот страх среди фермеров живёт в том числе и из-за слабой позиции экспертно-научного сообщества. Очень мало специалистов готово взять ответственность за свои рекомендации. Агротехнологи, которые добились получения высококлассных кормов на опытных полях в идеальных условиях, часто на них и остаются, не рискуют выходить в действующие хозяйства, чтобы масштабировать применение прогрессивной кормозаготовки в реальных условиях.

СТРАХ: НЕ ВСЯ ТЕХНИКА В НАЛИЧИИ

Нет ресурсов, чтобы сразу купить всю линейку техники: пресс-подборщик, скоростной упаковщик и резчик рулонов — значит, нечего и начинать. Часто слышны такие.

Для перехода на «Сенаж в упаковке» не нужно закупать разом новые специализированные машины (например, всю линейку «зелёной» техники Краснокамского РМЗ). Основное оборудование, как правило, уже есть у всех: трактора, фронтальные погрузчики, косилки, транспорт для перевозки.

Для «Сенажа в упаковке» принципиален вспушиватель или, как его еще называют, ворошилка. Этим агре-

гатом обычно пренебрегают при заготовке сена, но на сенаже он особенно необходим. Вспушивание — важная составляющая технологии быстрого и равномерно подвяливания зеленой массы.

Также важно контролировать плотность прессования рулонов — она должна быть не менее 350 кг/м³. Это необходимо, чтобы максимально вытеснить воздух. При такой плотности рулона имеющегося кислорода хватит ровно настолько, чтобы остаточное дыхание растений израсходовало его, заменив углекислым газом. Действующий пресс-подборщик должен обеспечивать именно такое высокое качество прессования.

Получается, что при наличии пресс-подборщика и вспушивателя для начала работы с «Сенажом в упаковке» необходим только упаковщик рулонов (для индивидуальной упаковки каждого рулона или скоростной упаковщик рулонов в линию).

СТРАХ: РАБОТНИКИ НЕ СПРАВЯТСЯ

В технологической цепочке «Сенажа в упаковке» (как и в «Пермской» технологии) используют как самоходную (упаковщик рулонов), так и прицепную технику (пресс-подборщик и резчик рулонов).

Чтобы управлять агрегатами, работникам фермы не нужно проходить отдельного обучения вне хозяйства. Эксперты центра содействия развитию мясного и молочного животноводства в рамках технологического сопровождения выезжают на место, проводят настройку и запуски машин, инструктаж механизаторов и иных специалистов. Мы знаем, что между «знать» и «уметь» — пропасть. Наша задача — дать первичный опыт, убедиться, что сотрудники освоили управление новой техникой и контролируют рабочие процессы.

Поддержка — лучшее средство против страха!

Центр содействия развитию мясного и молочного животноводства — научно-экспертное объединение. Эксперты Центра уже помогли более чем 200 хозяйствам по всей стране повысить качество заготовленных кормов, организовали технологическое сопровождение всех процессов.

Главный партнер центра — Краснокамский РМЗ, завод-производитель линейки машин для заготовки «Сенажа в упаковке» по технологии «Пермская».

«Пермская технология заготовки сенажа в линию» — это вариант «Сенажа в упаковке». В «Пермской» технологии на этапе упаковки используют скоростной упаковщик SPEEDWAY 120 — он оборачивает рулоны агрострейчем в 6–8 слоев и укладывает «в линию». Таким образом плёнку не расходуют на укрытие торцов, что позволяет экономить до 50% расходных материалов.

КРАСНОКАМСКИЙ РМЗ

Пермский край, Краснокамск
617060, ул. Трубная, 4
Тел.: +7 (342) 255 40 51
www.senazh.online
E-mail: agro@krmz.info

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР KRMZ INNOVATION

Тел.: +7 (342) 248 28 40 (звонки по России бесплатные)
E-mail: 911@krmz.info

ЦЕНТР СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МОЛОЧНОГО И МЯСНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

Телефон: 8 967 905 30 15
www.livetexno.ru
E-mail: livetexno@gmail.com



КОМБИНИРОВАННАЯ ПРОТЕАЗА В КОМБИКОРМАХ

Компания NOVABIOTIC провела модернизацию своего продукта ПРОТОМАКС и выводит новинку на рынок Российской Федерации.

После длительного изучения эффективности различных коммерческих ферментных препаратов на основе протеазы мы обратили внимание на ряд важных моментов, которые действительно влияют на стабильно воспроизводимый эффект от применения. В 2021 г. мы сделали попытку выпуска первой версии препарата ПРОТОМАКС на рынок, наработали промышленные партии продукта и начали внедрять его на птицеводческих и свиноводческих предприятиях. В процессе тесного взаимодействия со специалистами агропромышленных предприятий мы начали получать обратную связь и, конечно же, прислушались к отзывам и пожеланиям наших партнеров.

Специалисты — зоотехники и технологи по кормлению — обратили наше внимание на то, что препарат должен быть универсален и подходить для различных источников протеина, потому как в текущей ситуации (дефицит или резко меняющиеся цены на сырье) им приходится оперативно и существенно корректировать рационы. По сути, в тесной кооперации со специалистами агрокомплекса мы провели глубокую модернизацию препарата ПРОТОМАКС.

Теперь препарат ПРОТОМАКС представляет собой комбинированную протеазу с добавлением пектиназы.

Состав кормовой добавки ПРОТОМАКС (PROTOMAX®):

Активность фермента	Концентрация
Сумма протеаз	90 000 ед./г
Нейтральная протеаза	45 000 ед./г
Кислая протеаза	45 000 ед./г
Пектиназа	10 000 ед./г

Справка

Компания NOVABIOTIC — это российский разработчик кормовых добавок с локализацией производства в Новосибирске. Компания была основана в 2020 г. и уже весной 2021 г. запустила производственную линию по выпуску промышленных партий препаратов для агропромышленного комплекса. Министерство промышленности г. Новосибирска поддержало Предприятие NOVABIOTIC и предоставило ему производственную площадку для ведения деятельности.

Назначение и биологические свойства ПРОТОМАКС (PROTOMAX®):

Активность фермента	Свойства
Нейтральная протеаза	Гидролизует протеин в пептиды и аминокислоты, нейтрализует антипитательные вещества гороха, рапса, подсолнечного шрота
Кислая протеаза	Гидролизует пептиды в доступные аминокислоты
Пектиназа	Расщепляет межклеточный и внутриклеточный пектин, что позволяет дополнительно высвободить протеин корма и энергию

Порядок применения: фермент вводят непосредственно в корма, комбикорма или премиксы на премиксных и комбикормовых заводах или в кормоцехах предприятий, используя существующие технологии смешивания.

Рекомендуемые нормы ввода из расчета на тонну корма	Рекомендуемые нормы ввода, г/т корма
Цыплята-бройлеры	80–200
Куры-несушки	80–200
Индейки	80–200
Свиньи	80–300
Рыбы	100–300

Цель применения: в результате использования добавки увеличивается усвоение питательных веществ корма, повышается рост и продуктивность, улучшается здоровье животных и птиц, снижается содержание влаги в помете, уменьшается содержание аммиака в воздухе внутри производственных помещений, улучшаются зоогигиенические условия содержания животных.

М.А. Силин

NOVABIOTIC
LIFE DEVELOPMENT EVOLUTION



Россия, 630045, г. Новосибирск, ул. Троллейная, 87/1, к. 2.

www.novabiotic.com

ceo@novabiotic.com

Тел.: +7 (913) 939-00-96

На правах рекламы

УДК 636.2.033

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64

Е.А. Никонова¹, ✉
Ю.А. Юлдашбаев²,
В.И. Косилов¹

¹ Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Российская Федерация

² Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

✉ nikonovaea84@mail.ru

Поступила в редакцию:
05.07.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64

Elena A. Nikonova¹, ✉
Yusupzhan A. Yuldashbaev²,
Vladimir I. Kosilov¹

¹ Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russian Federation

² Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

✉ nikonovaea84@mail.ru

Received by the editorial office:
05.07.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Влияние двух-трехпородного скрещивания молодняка разного пола и направления продуктивности на потребление и использование питательных веществ рационов

РЕЗЮМЕ

Целью исследования являлось изучить влияние скрещивания коров молочного направления с быками разного генотипа на потребление и использование питательных веществ рациона. Установлено, что лидирующее положение по потреблению всех видов питательных веществ занимали трехпородные симментальские помеси, что обусловлено их более высокой массой тела и большим потреблением всех видов кормов. При этом бычки всех генотипов характеризовались большим потреблением питательных веществ, телки — наименьшим, бычки-кастраты занимали промежуточное положение. В результате проведенных исследований было установлено, что на эффективность переваримости отдельных питательных веществ кормов рациона подопытных существенное влияние оказывает генетический фактор. Доказано, что двух-трехпородное скрещивание коров черно-пестрой породы влияет на повышение эффективности использования питательных веществ кормов рациона.

Ключевые слова: мясное скотоводство, бычки, телки, бычки-кастраты, черно-пестрая, симментальская, голштинская, лимузинская порода, потребление и использование питательных веществ, коэффициент использования питательных веществ.

Для цитирования: Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И. Влияние двух-трехпородного скрещивания молодняка разного пола и направления продуктивности на потребление и использование питательных веществ рационов. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 59–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64>

© Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И.

The influence of two- or three-breed crossing of young animals of different sexes and directions of productivity on the intake and use of dietary nutrients

ABSTRACT

The aim of the study was to study the effect of crossing dairy cows with bulls of different genotypes on the intake and use of dietary nutrients. It has been established that the leading position in the consumption of all types of nutrients was occupied by three-breed Simmental crossbreeds, which is due to their higher body weight and greater consumption of all types of feed. At the same time, bulls of all genotypes were characterized by the largest intake of nutrients, heifers — by the smallest, castrated bulls occupied an intermediate position. As a result of the studies, it was found that the efficiency of the digestibility of individual nutrients in the diet of experimental subjects is significantly influenced by the genetic factor. It has been proven that two- or three-breed crossing of Black-and-White cows affects the increase in the efficiency of the use of nutrients in the ration feed.

Key words: beef cattle breeding, bulls, heifers, castrated bulls, Black-and-White, Simmental, Holstein, Limousin breed, nutrient intake and utilization, nutrient utilization ratio

For citation: Nikonova E.A., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I. The influence of two- or three-breed crossing of young animals of different sexes and directions of productivity on the intake and use of dietary nutrients. Agrarian science. 2022; 362 (9): 59–64. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-59-64> (In Russian).

© Nikonova E.A., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I.

Введение / Introduction

Известно, что в Российской Федерации производство говядины осуществляется за счет молочных и комбинированных пород. Очевидно, что и в ближайшее время эта тенденция сохранится. На Южном Урале в молочном скотоводстве широко используется скот черно-пестрой породы. И в перспективе животные этой породы будут выполнять существенную роль в мясном скотоводстве. Сверхремонтное маточное поголовье может эффективно использоваться для скрещивания с быками-производителями мясных и комбинированных пород [1–3].

Кормление является важнейшим фактором, влияющим на рост, развитие, формирование мясной продуктивности и возраст реализации молодняка на мясо [4–6]. При этом организации полноценного кормления необходимо уделять постоянное внимание при всех формах ведения скотоводства. Уровень кормления и сбалансированность рационов по основным питательным веществам во многом способствуют проявлению генетического потенциала продуктивности, определяют тем самым энергию роста, живую массу и размеры животного, его экстерьер и убойные качества [7–14].

Целью исследования являлось изучение влияния скрещивания коров молочного направления с быками разного генотипа на потребление и использование питательных веществ кормов рациона.

Задачей исследования являлось дать оценку влияния генотипа, пола на потребление, переваримость питательных веществ кормов рациона в организме молодняка.

Материал и методы исследования / Materials and method

При проведении исследования маточное поголовье (по 3–5-му отелу) черно-пестрой породы и ее помесей I поколения с голштинами (1/2 голштин х 1/2 черно-пестрая) не ниже I класса осеменяли быками-производителями голштинской, симментальской и лимузинской пород класса элита-рекорд. Из новорожденного молодняка сформировали 4 группы телок и 8 групп бычков по 15 животных в каждой следующих генотипов в пределах каждой половой группы: I — черно-пестрая порода, II — 1/2 голштин х 1/2 черно-пестрая, III — 1/2 симментал х 1/4 голштин х 1/4 черно-пестрая, IV — 1/2 лимузин х 1/4 голштин х 1/4 черно-пестрая. В 3-месячном возрасте половина бычков была кастрирована.

При проведении исследования условия содержания и кормления для всех половозрастных групп были одинаковыми. До 6-месячного возраста телята содержались в групповых клетках на ручной выпойке молока.

Доступ к кормушкам и поилкам свободный. Раздача грубых и концентрированных кормов осуществлялась вручную.

В 6-месячном возрасте молодняк всех подопытных групп был переведен для дорастивания и откорма на откормочную площадку, совмещенную с помещением легкого типа, со свободным выходом на выгульно-кормовые дворы, где онисодержались до 18-месячного возраста в смежных загонах при одинаковых условиях кормления.

Рационы подопытных животных состояли из кормов, производимых в хозяйстве. В их состав входили: сено злаковых культур, сенаж, концентраты и зеленая масса сеяных трав. Рационы кормления составляли на основе фактического химического состава кормов в соответствии с детализированными нормами РАСХН (Нормы и рационы, 1993, 2003).

Для изучения переваримости и использования питательных веществ рациона проводили балансовые опыты по методике ВИЖа (А.И. Овсянников, 1976). Для проведения балансовых опытов отбирали животных-аналогов по 3 головы из каждой группы. Все исследования проводили по общепринятой методике ВИЖа (А.И. Овсянников, 1976). Во время проведения балансовых опытов соблюдали те же условия кормления, что и в научно-хозяйственном опыте. Балансовый опыт включал в себя подготовительный период продолжительностью 15 сут., учетный — 8 сут. Кормление и поение подопытных животных осуществлялось индивидуально. Воду выпаивали из ведра. Ежедневно учитывали количество задаваемых кормов и их остатков, а также количество выделенного кала и мочи. Животных содержали на привязи в индивидуальных станках. Выемку и учет кала производили 2 раза в сутки. От кормов, мочи и кала отбирали средние пробы для химического анализа.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При анализе данных по фактическому потреблению кормов и питательных веществ было установлено, что наибольшее количество кормов, питательных веществ потребляли помесные животные.

Установленные показатели по потреблению кормов обусловили межгрупповые различия по отдельным их компонентам.

При этом чистопородные бычки уступали помесным сверстникам по потреблению сухого вещества кормов рациона на 41,5–114,7 кг (1,0–2,7%), телки — на 198,9–329,9 кг (5,6–9,3%), бычки-кастраты — на 32,5–100,9 кг (0,8–2,5%); кормовых единиц — соответственно на 24,5–67,8 кг (0,8–2,1%), 136,6–302,2 кг (4,1–9,0%), 19,8–61,7 кг (0,6–2,0%); ЭКЕ — на 30,2–89,1 кг (0,8–2,3%), 198,6–323,3 (5,7–9,3%), 26,1–80,9 кг (0,7–2,2%); переваримого протеина — на 2,7–7,4 кг (0,8–2,2%), 12,75–28,02 кг (2,6–9,0%), 2,4–7,2 кг (0,7–2,2%); сырого протеина — 4,3–12,2 кг (0,9–2,5%), 17,98–19,06 кг (3,7–3,9%), 3,7–11,2 кг (0,8–2,3%). Характерно, что наибольшим расходом питательных веществ отличались трехпородные симментальские помеси, помеси с породой лимузин несколько уступали им, минимальные показатели среди помесей были у полукровных голштинских помесей.

При этом отмечено, что бычки потребляли большее количество кормов, питательных веществ и энергии.

Вследствие различий в затратах отдельных кормов при выращивании животных разных генотипов отмечалось неодинаковое потребление основных питательных веществ рациона кормления (табл. 1). Так, полукровные помесные бычки голштинской породы превосходили чистопородных сверстников черно-пестрой породы по потреблению сухого вещества на 111,4 г (1,3%), телки — на 317,4 г (4,2%), бычки-кастраты — на 203,7 г (2,6%); органического вещества — соответственно на 108,4 г (1,4%), 290,4 г (4,3%), 182,3 г (2,6%); сырого протеина — на 19,3 г (1,7%), 8,0 г (4,3%), 28,5 г (2,6%), сырого жира — на 3,0 г (1,4%), 37,6 г (3,6%), 5,8 г (3,0%), сырой клетчатки — на 55,7 г (3,2%), 93,9 г (6,2%), 53,2 г (3,2%), и БЭВ — на 30,4 г (0,7%), 150,9 г (3,8%), 94,8 г (2,6%).

Преимущество трёхпородных помесей над чистопородными сверстниками по потреблению питательных веществ было более существенным и составляло по потреблению сухого вещества в группе бычков 226,1–437,2 г (2,6–5,1%), в группе телок — 462,3–798,1 г (6,1–10,6%), в группе бычков-кастратов — 531,3–659,4 г

(6,8–8,4%); органического вещества — соответственно 300,9–521,0 г (3,9–6,8%), 496,9–812,7 г (7,4–12,1%), 475,5–590,1 г (6,8–8,4%); сырого протеина — 71,2–113,0 г (6,2–9,9%), 45,2–95,4 г (4,4–9,2%), 74,3–92,3 г (6,8–8,4%); сырого жира — 8,3–14,3 г (3,9–6,8%), 13,7–22,3 г (7,4–12,0%), 16,3–19,5 г (8,5–10,1%); сырой клетчатки — 92,1–155,8 г (5,3–9,0%), 134,3–218,9 г (8,8–14,3%), 99,4–112,2 г (5,9–6,7%); БЭВ — 129,3–237,9 г (2,8–5,2%), 303,7–476,1 г (7,6–11,9%), 285,5–366,1 г (7,0–9,0%).

Установлено, что с увеличением величины гетерозиса молодняка увеличивалось и потребление всех питательных веществ, в результате чего трехпородные помеси превосходили по этому признаку помесей I поколения голштинов с черно-пестрым скотом.

Достаточно отметить, что трехпородные помесные бычки превосходили двухпородных помесных сверстников по потреблению сухого вещества на 325,8 г (3,8%) и 114,7 (1,3%), телки — на 144,9 г (1,8%) и 480,7 г (6,1%), бычки-кастраты — на 455,7 г и 327,6 г (4,1%); органического вещества — соответственно на 412,6 г (5,3%) и 192,5 г (2,5%), 206,5 (2,9%) и 522,3 г (7,4%), 407,8 г (5,7%) и 293,2 г (4,1%); сырого протеина — на 93,7 г (8,0%) и 51,9 г (4,5%), 7,6 г (0,8%) и 57,8 г (5,4%), 63,8 г (5,7%) и 45,8 г (4,1%); сырого жира — на 11,3 г (5,3%) и 5,3 г (2,5%), 5,7 г (2,9%) и 14,3 г (7,4%), 13,7 г (6,9%) и 10,5 г (5,3%); сырой клетчатки — на 100,1 г (5,6%) и 36,4 г (2,0%), 40,4 г (2,5%) и 125,0 г (7,7%), 59,0 г (3,4%) и 46,2 г (2,7%); БЭВ — на 207,5 г (4,5%) и 98,9 г (2,1%), 152,8 (3,7%) и 325,2 г (7,9%), 273,3 г (6,5%) и 190,7 г (4,6%).

Характерно, что лидирующее положение по потреблению всех видов питательных веществ занимали трехпородные симментальские помеси, что обусловлено их более высокой массой тела и большим потреблением всех видов кормов. Чистопородные животные черно-пёстрой породы характеризовались наименьшим потреблением всех видов питательных веществ.

При этом бычки всех генотипов характеризовались наибольшим потреблением питательных веществ, телки — наименьшим, бычки-кастраты занимали промежуточное положение.

Достаточно отметить, что бычки превосходили телок и бычков-кастратов по потреблению сухого вещества соответственно на 691,4 г (8,3%) — 1052,3 г (14,0%) и 416,3 г (5,0%) — 721,5 г (9,2%); органического вещества на 646,1 г (8,6%) — 937,8 г (13,9) и 470,2 г (6,3%) — 644,8 г (9,2%); сырого протеина — на 92,8 г (8,7%) — 137,1 г (12,7%) и 37 г (3,3%) — 66,9 г (5,6%); сырого жира — на 17,8 г (8,6%) — 25,8 г (13,9%) и 10,6 г (5,1%) — 18,6 г (9,7%); сырой клетчатки — на 149,5 г (8,6%) — 212,6 г (13,9%) и 51,7 г (2,9%) — 102,6 г (5,7%); БЭВ — на 350,1 г (7,8%) — 587,3 г (14,7%) и 364,8 г (8,4%) — 520,0 г (12,8%). При этом телки уступали бычкам-кастратам по всем показателям соответственно на 192,1 г (2,3%) — 399,8 г (5,0%); 70,4 г (0,9%) — 293,0 г (4,4%); 55,8 г (5,2%) — 94,0 г (8,7%); 4,4 г (2,1%) — 9,8 г (4,9%); 46,9 г (2,7%) — 153,6 г (10,1%); 11,2 (0,3%) — 67,3 г (1,7%).

В результате проведенных исследований было установлено, что на эффективность переваримости отдельных питательных веществ кормов рациона подопытных животных существенное влияние оказывает генетический фактор (табл.2).

Доказано, что двух-трехпородное скрещивание коров черно-пёстрой породы влияет на повышение эффективности использования питательных веществ кормов рациона.

При этом бычки черно-пёстрой породы I группы уступали помесным сверстникам II–IV групп по количеству переваренного сухого вещества на 158,0–504,6 г (2,8–8,9%), органического вещества — на 102,0–485,5 г (1,9–9,2%), сырого протеина — на 17,3–102,0 г (2,4–13,9%), сырого жира — на 6,6–13,5 г (4,6–9,4%), сырой клетчатки — на 47,9–124,7 г (5,1–13,2%), БЭВ — на 33,4–245,3 г (1,0–7,1%).

Аналогичная закономерность отмечалась по телкам и бычкам-кастратам. Достаточно отметить, что помесные телки и бычки-кастраты II–IV групп превосходили сверстников черно-пёстрой породы I группы соответственно по количеству переваренного сухого вещества на 239,7–623,5 г (4,9–12,7%) и 210,3–605,7 г (4,1–11,7%); органического вещества — на 227,4–650,1 г (5,0–14,4%) и 195,5–562,7 г (4,1–11,7%); сырого протеина — на

Таблица 1. Количество питательных веществ, принятых подопытными животными (в среднем на 1 животное), г ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Table 1. The amount of nutrients taken by experimental animals (average per 1 animal), g ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Пол	Группа	Показатель					
		сухое вещество	органическое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	БЭВ
Бычки	I	8573,3±57,71	7672,2±50,52	1145,5± 19,54	211,0±3,87	1739,3±24,57	4576,4±39,15
	II	8684,7±49,32	7780,6±42,56	1164,8±14,95	214,0±3,01	1795,0±36,81	4606,8±40,14
	III	9010,5±57,08	8193,2±53,12	1258,5± 19,54	225,3±7,08	1895,1±27,57	4814,3±34,55
	IV	8799,4±56,28	7973,1±39,05	1216,7±16,78	219,3±5,53	1831,4±38,59	4705,7±31,74
Телки	I	7521,0±52,70	6734,4±45,42	1034,4±14,48	185,2±3,31	1526,7±24,14	3988,1±38,51
	II	7838,4±44,26	7024,8±37,06	1072,0±14,40	193,2±2,45	1620,6±36,16	4139,0±39,18
	III	8319,1±52,14	7547,1±48,17	1129,8±19,05	207,5±8,07	1745,6±27,07	4464,2±34,04
	IV	7983,3±51,22	7231,3±34,05	1079,6±16,34	198,9±6,03	1661,0±38,11	4291,8±31,14
Бычки-кастраты	I	7851,8±54,26	7027,4±49,85	1099,3±18,52	192,4±3,56	1680,3±24,78	4055,4±39,54
	II	8055,5±41,25	7209,7±41,36	1127,8±15,56	198,2±2,85	1733,5±35,45	4150,2±39,78
	III	8511,2±53,99	7617,5±48,85	1191,6±17,48	211,9±3,85	1792,5±28,45	4421,5±34,14
	IV	8383,1±53,12	7502,9±35,6	1173,6±16,58	208,7±5,47	1779,7±27,46	4340,9±31,85

27,7–76,1 г (4,2–11,7%) и 24,4–76,0 г (3,4–10,7%); сырого жира — на 5,8–17,7 г (4,8–14,7%) и 4,7–16,4 г (3,6–12,6%); сырой клетчатки — на 53,8–141,4 г (6,6–17,4%) и 48,4–103,3 г (5,4–11,5%); БЭВ — на 140,1–417,9 г (4,8–14,2%) и 116,9–376,5 г (3,7–12,1%).

При этом среди помесей отмечались межгрупповые различия по количеству переваренных питательных веществ кормов рациона. Преимущество во всех случаях было на стороне трехпородных помесных животных.

Так, двухпородные голштинские помеси уступали трехпородным помесным сверстникам по эффективности использования сухого вещества кормов рациона среди бычков на 113,0 и 346,6 г (1,9 и 5,9%), среди телок — на 113,0 и 383,8 г (2,02 и 7,4%), среди бычков-кастратов — на 262,1 г и 395,4 г (4,9% и 7,3%); органического вещества — соответственно на 170,1 г и 383,5 г (3,2% и 7,1%), 182,3 г и 422,7 г (3,8% и 8,9%), 235,3 г и 367,2 г (4,7% и 7,3%); сырого протеина — на 40,6 г и 84,7 г (2,3% и 7,8%), 13,6 г и 48,4 г (2,0% и 7,1%), 30,7 г и 51,6 г (4,2% и 7,0%); сырого жира — на 4,9 г и 10,1 г (3,3% и 6,9%), 5,0 г и 11,9 г (3,9% и 9,4%), 8,5 г и 11,7 г (6,3% и 8,7%); сырой клетчатки — на 34,0 г и 76,8 г (3,4% и 7,8%), 37,6 г и 87,6 г (4,3% и 10,1%), 35,9 г и 54,9 г (3,8% и 5,8%); БЭВ — на 98,6 г и 211,9 г (2,6% и 6,0%), 126,1 г и 274,8 г (4,1% и 8,9%), 166,8 г и 259,6 г (5,2% и 8,0%).

Следует отметить, что эффективнее питательные вещества кормов рациона использовали трехпородные симментальские помеси. Так, трехпородные лимузинские бычки уступали трехпородным сверстникам по количеству переваренного сухого вещества на 233,6 г (3,9%), органического вещества — на 213,4 г (3,8%), сырого протеина — на 44,1 г (5,6%), сырого жира — на 27,8 г (22,3%), сырой клетчатки — на 211,5 г (26,1%), БЭВ — на 121,3 г (3,4%). Преимущество трехпородных симментальских телок над трехпородными сверстницами составляло соответственно 270,8 г (5,1%), 240,4 г (4,9%), 34,8 г (5,0%), 6,9 г (5,2%), 50,0 г (5,5%), 148,7 г (4,6%).

Аналогичные результаты были получены по бычкам-кастратам. Так, трехпородные лимузинские поме-

си IV опытной группы уступали сверстникам III опытной группы по количеству переваренного сухого вещества на 133,3 г (2,4%), органического вещества — на 131,9 г (2,5%), сырого протеина — на 20,9 г (2,7%), сырого жира — на 3,2 г (2,2%), сырой клетчатки — на 19,0 г (1,9%), БЭВ — на 92,8 г (2,7%).

При этом следует отметить, что наибольшим количеством переваренных питательных веществ кормов рациона отличались бычки, наименьшим — телки, бычки-кастраты занимали промежуточное положение. Достаточно отметить, что бычки превосходили телок и бычков-кастратов по перевариванию сухого вещества на 670,0 г (12,7%) — 751,7 г (15,3%) и 285,3 г (5,0%) — 486,7 г (9,4%); органического вещества — соответственно на 603,5 г (11,7%) — 768,1 г (17,0%) и 319,1 г (6,1%) — 477,8 г (9,9%); сырого протеина — на 71,7 г (10,5%) — 108,0 г (14,8%) и 19,6 г (2,7%) — 52,7 г (6,7%); сырого жира — на 19,0 г (13,7%) — 23,2 г (19,2%) и г (5,9%) — 13,7 г (10,5%); сухой клетчатки — на 112,9 г (11,8%) — 129,6 г (16,0%) и 40,8 г (4,1%) — 64,6 г (6,4%); БЭВ — на 363,6 г (10,8%) — 533,2 г (18,1%) и 194,8 г (5,7%) — 223,3 г (6,4%). Преимущество бычков-кастратов над телками составляло соответственно 235,6 (4,6%) — 384,7 г (7,3%); 202,9 г (3,9%) — 311,4 г (6,3%); 52,1 г (7,7%) — 69,2 г (10,0%); 8,4 г (6,6%) — 11,9 г (9,0%); 48,3 г (5,1%) — 86,4 г (10,6%); 140,3 г (4,2%) — 196,2 г (6,1%).

Известно, что переваримость питательных веществ характеризуется коэффициентом переваримости, который дает обобщенную характеристику пищевой ценности кормов рациона. При этом коэффициент переваримости питательных веществ характеризует в процентном отношении связью количества отдельных питательных веществ, переваренных в организме животного, с общим количеством веществ, поступивших с кормами рациона.

Эффективность переваривания отдельных питательных веществ кормов рациона характеризует коэффициент переваримости питательных веществ, который рассчитывается как отношение количества потреблен-

Таблица 2. Количество питательных веществ кормов рациона, переваренных подопытными животными в течение 1 суток (в среднем на 1 животного), г ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Table 2. The amount of nutrients in the diet, digested by experimental animals in 1 day (average per 1 animal), g ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Пол	Группа	Показатель					
		сухое вещество	органическое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	БЭВ
Бычки	I	5671,2±49,16	5292,3±46,18	734,9±11,16	144,0±2,11	941,5±18,12	3471,9±36,43
	II	5829,2±43,15	5394,3±46,24	752,2±13,72	147,4±2,09	989,4±17,14	3505,3±35,17
	III	6175,8±53,12	5777,8±54,28	836,9±13,14	157,5±3,13	1066,2±20,11	3717,2±31,16
	IV	5942,2±56,11	5564,4±46,17	792,8±13,14	152,3±3,16	1023,4±20,18	3595,9±33,41
Телки	I	4919,5±35,15	4524,2±40,11	652,8±18,52	120,8±3,19	811,9±18,21	2938,7±23,41
	II	5159,2±32,12	4751,6±29,07	680,5±16,13	126,6±2,24	865,7±21,17	3078,8±20,41
	III	5543,0±35,15	5174,3±29,11	728,9±15,07	138,5±3,08	953,3±19,20	3353,6±21,48
	IV	5272,2±37,77	4933,9±29,15	694,1±16,08	131,6±2,42	903,3±19,45	3204,9±22,04
Бычки-кастраты	I	5184,5±47,52	4814,5±44,25	708,2±10,25	130,3±2,04	898,3±17,74	3117,4±28,58
	II	5394,8±42,25	5010,0±44,12	732,6±14,25	135,0±2,25	946,7±18,98	3234,3±33,56
	III	5790,2±51,45	5377,2±52,41	784,2±14,25	146,7±3,26	1001,6±19,85	3493,9±28,35
	IV	5656,9±53,36	5245,3±44,8	763,3±14,78	143,5±3,35	982,6±19,75	3401,1±30,52

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рациона, % ($\bar{x} \pm S_x$)Table 3. Coefficients of digestibility of nutrients in the diet, % ($\bar{x} \pm S_x$)

Пол	Группа	Показатель					
		сухое вещество	органическое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	БЭВ
Бычки	I	66,15±0,47	67,79±0,27	64,16±0,28	68,25±0,43	54,13±0,46	75,87±0,46
	II	67,12±0,49	68,98±0,29	64,58±0,29	68,90±0,52	55,12±0,38	76,09±0,64
	III	68,54±0,40	70,52±0,36	66,50±0,24	69,90±0,46	56,26±0,41	77,21±0,48
	IV	67,53±0,47	69,33±0,32	65,16±0,29	69,46±0,38	55,88±0,48	76,42±0,58
Телки	I	65,41±0,12	67,18±0,26	63,11±0,31	65,24±0,09	53,18±0,24	73,69±0,37
	II	65,82±0,19	67,64±0,21	63,48±0,26	65,55±0,11	53,42±0,26	74,38±0,42
	III	66,63±0,16	68,56±0,32	64,52±0,18	66,73±0,07	54,61±0,23	75,12±0,38
	IV	66,04±0,18	68,23±0,41	64,29±0,22	66,16±0,13	54,38±0,23	74,67±0,41
Бычки-кастраты	I	66,03±0,32	68,51±0,56	64,42±0,22	67,73±0,13	53,46±0,93	76,87±0,44
	II	66,97±0,43	69,49±0,51	64,96±0,36	68,12±0,18	54,61±0,81	77,93±0,36
	III	68,03±0,35	70,59±0,42	65,81±0,44	69,21±0,21	55,88±0,76	79,02±0,54
	IV	67,48±0,41	69,91±0,38	65,04±0,24	68,75±0,19	55,21±0,67	78,35±0,43

ных питательных веществ к количеству выделенных питательных веществ, выраженное в процентах.

Характерно, что помесные животные независимо от пола отличались лучшим использованием всех питательных веществ кормов рациона в сравнении с чистопородными сверстниками (табл. 3). Это подтверждается более высоким коэффициентом переваримости питательных веществ кормов рациона у помесного молодняка.

Так, чистопородные бычки черно-пёстрой породы уступали помесам по коэффициенту переваримости сухого вещества на 0,97–2,39%, телки — на 0,41–1,22%, бычки-кастраты — на 0,94–2,0%; органического вещества — соответственно на 0,35–1,54%, 0,46–1,38%, 0,98–2,08%; сырого протеина — на 0,42–2,34%, 0,37–1,41%, 0,54–1,39%; сырого жира — на 0,65–1,65%, 0,31–1,49%, 0,39–1,48%; сырой клетчатки — на 0,99–2,13%, 0,24–1,43%, 1,15–2,42%; БЭВ — на 0,22–1,34%, 0,69–0,74%, 1,06–2,15%. При более существенном проявлении эффекта скрещивания трехпородные помеси характеризовались лучшим использованием питательных веществ кормов рациона, чем двухпородные голштинские помеси.

Так, двухпородные помеси голштинской и черно-пёстрой пород уступали трехпородным помесным сверстникам по величине коэффициента переваримости сухого вещества кормов рациона в случае бычков на 0,41% и 1,42%, в случае телок — на 0,22% и 0,81%, в случае бычков-кастратов — на 0,51% и 1,06%; органического вещества — соответственно на 1,54% и 2,73%, 0,59% и 0,92%, 0,42% и 1,10%; сырого протеина — на 0,58% и 1,92%, 0,81% и 1,04%, 0,08% и 0,85%; сырого жира — на 0,56% и 1,0%, 0,61% и 1,18%, 0,63% и 1,09%; сырой клетчатки — на 0,76% и 1,14%, 0,96% и

1,19%, 0,6% и 1,27%; БЭВ — на 0,33% и 1,12%, 0,29% и 0,74%, 0,42% и 1,09%.

Среди трехпородных помесей наибольшими коэффициентами переваримости питательных веществ корма рационов характеризовался молодняк III опытной группы — симментальские помеси.

Трехпородные лимузинские бычки уступали трехпородным сверстникам по коэффициенту переваримости сухого вещества на 1,01%, телки — на 0,59%, бычки-кастраты — на 0,55%; органического вещества — соответственно на 1,19%, 0,33%, 0,68%; сырого протеина — на 1,34%, 0,23%, 0,77%; сырого жира — на 0,44%, 0,57%, 0,46%; сырой клетчатки — на 0,38%, 0,23%, 0,61%; БЭВ — на 0,79%, 0,45%, 0,67% соответственно.

Выводы / Conclusion

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что двух-трехпородное скрещивание коров черно-пёстрой породы с голштинами, симменталами и лимузинами способствует большему потреблению всех видов питательных веществ кормов рациона помесными животными, лучшему их перевариванию и усвоению организмом.

Установлено доминирующее влияние генотипа молодняка на эффективность и интенсивность обменных процессов в организме животных. В этой связи вследствие проявления эффекта скрещивания помеси, особенно трехпородные, во всех случаях превосходили чистопородных сверстников как по потреблению, так и по переваримости и усвояемости всех видов питательных веществ кормов рациона. При этом лучшими показателями использования питательных веществ кормов рациона характеризовался молодняк III группы генотипа 1/2 симментал x 1/4 голштин x 1/4 черно-пестрая.

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. Шевхужев А.Ф., Смакуев Д.Р. Мясная продуктивность бычков симментальской и абердин-ангусской пород при использовании разных производственных систем. *Зоотехния*. 2015; 1: С.25-27.
2. Старцева Н.В. Интенсивность роста чистопородных и помесных бычков и кастратов. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021; 3 (89): С. 248-252.
3. Асадчий А.А. мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021; 3 (89): С.252-255.
4. Зырянова И.А., Никонова Е.А., Калякина Р.Г. Эффективность скрещивания крупного рогатого скота как фактор увеличения мясной продуктивности. *Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции*. 2018; С. 56-58.
5. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers/ T.S. Kubatbekov, V.I. Kosilov, A.P. Kaledin, et al. *Journal of Biochemical Technology*. 2020; 11. (4): P. 36-41.
6. Экстерьерные особенности молодняка чёрно-пёстрой породы и её помесей с голштинами / Е.А. Никонова, С.И. Мироненко, Т.С. Кубатбеков. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021; 3 (89): С. 272-277.
7. Каюмов Ф.Г., Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Селекционно-генетические параметры продуктивности молодняка при создании симменталов мясного типа. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2011; 3 (31): С. 151-153.
8. Nasambayev E. G., Bozimov K. K., Akhmetaliya A. B., Nugmanova A. E. Duimbayev D. A., Clinical physiological and reproductive characteristics of cattle. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2018; 9. (11): P. 1992-1996.
9. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products// International Conference on World Technological Trends in Agribusiness: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*; 2021: Science 624.
10. Завьялов О.А., Харламов А.В., Ирсултанов А.Г. Особенности использования энергии у бычков казахской белоголовой породы в зависимости от сезонов их рождения. *Вестник мясного скотоводства*. 2007; Т. 1. № 60: С. 101-104.
11. Косилов В.И., Андриенко Д.А., Никонова Е.А., Тихонов П.Т. Потребление кормов и основных питательных веществ рациона молодняком крупного рогатого скота при чистопородном выращивании и скрещивании. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016; № 3 (59): С. 125-127.
12. Толочка В.В., Гармаев Д.Ц., Косилов В.И., Никонова Е.А. Весовой рост бычков калмыцкой породы разной линейной принадлежности в условиях приморского края. *Аграрный вестник Приморья*. 2019; 3 (15): С. 25-27.
13. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding/ L. Morozova, I. Mikolaychik, M. Rebezov, et al. // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. 12; (1) С. 2181-2190.
14. The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat simmentals/ S.D. Tyulebaev, M.D. Kadyшева, V.M. Gabidulin, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. The Izvestia conference AgroCON-2019. 2019. С. 012188.

ОБ АВТОРАХ:

Елена Анатольевна Никонова, доктор сельскохозяйственных наук, Оренбургский государственный аграрный университет, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ул. Челюскинцев, 18, г. Оренбург, 460014, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

Юсупжан Артыкович Юлдашбаев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127550, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Владимир Иванович Косилов, доктор сельскохозяйственных наук, Оренбургский государственный аграрный университет, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, ул. Челюскинцев, 18, г. Оренбург, 460014, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

REFERENCES

1. Shevkhuzhev A.F., Smakuev D.R. meat productivity of Simmental and Aberdeen-Angus bulls using different production systems . *Zootechnics*. 2015; 1: 25-27. (In Russian).
2. Startseva N.V. Growth intensity of purebred and crossbred bulls and castrates. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 89 (3): 248-252. (In Russian).
3. Asadchiy A.A. meat productivity of purebred and crossbred bulls. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 89 (3): 252-255. (In Russian).
4. Zyryanova I.A., Nikonova E.A., Kalyakina R.G. The effectiveness of cattle breeding as a factor in increasing meat productivity. Sustainable development of territories: theory and practice. Materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference. 2018: 56-58. (In Russian).
5. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers/ T.S. Kubatbekov, V.I. Kosilov, A.P. Kaledin, et al. *Journal of Biochemical Technology*. 2020; T 11. (4): P. 36-41.
6. Exterior features of young Black-and-White breed and its crossbreeds with Holsteins / E.A. Nikonova, S.I. Mironenko, T.S. Kubatbekov. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 89 (3): 272-277. (In Russian).
7. Kayumov F.G., Kadyшева M.D., Tyulebaev S.D. Breeding and genetic parameters of the productivity of young animals when creating meat-type Simmentals. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2011; 3 (31): pp. 151-153. (In Russian).
8. Nasambayev E. G., Bozimov K. K., Akhmetaliya A. B., Nugmanova A. E. Duimbayev D. A., Clinical physiological and reproductive characteristics of cattle. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2018; 9. (11): P. 1992-1996.
9. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products// International Conference on World Technological Trends in Agribusiness: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*; 2021: Science 624.
10. Zavyalov O.A., Kharlamov A.V., Irsultanov A.G. Features of the use of energy in gobies of the Kazakh white-headed breed depending on the seasons of their birth. *Bulletin of beef cattle breeding*. 2007; Vol. 1. No. 60: pp. 101-104. (In Russian).
11. Kosilov V.I., Andrienko D.A., Nikonova E.A., Tikhonov P.T. Consumption of feed and main nutrients in the diet of young cattle during purebred rearing and crossing. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2016; No. 3 (59): pp. 125-127. (In Russian).
12. Tolochka V.V., Garmaev D.Ts., Kosilov V.I., Nikonova E.A. Weight growth of Kalmyk bull-calves of different linear affiliation in the conditions of the Primorsky Territory. *Agrarian Bulletin of Primorye*. 2019; 3 (15): pp. 25-27. (In Russian).
13. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding/ L. Morozova, I. Mikolaychik, M. Rebezov, et al. // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. 12; (1) С. 2181-2190.
14. The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat simmentals/ S.D. Tyulebaev, M.D. Kadyшева, V.M. Gabidulin, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. The Izvestia conference AgroCON-2019. 2019. С. 012188.

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Anatolyevna Nikonova, Doctor of Agricultural Sciences, Orenburg State Agrarian University, Associate Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products st. Chelyuskintsev, 18, Orenburg, 460014, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-0906-8362>

Yusupzhan Artykovich Yuldashbaev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy. K.A. Timiryazev, st. Timiryazevskaya, 49, Moscow, 127550, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Vladimir Ivanovich Kosilov, Doctor of Agricultural Sciences, Orenburg State Agrarian University, Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products st. Chelyuskintsev, 18, Orenburg, 460014, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-65-68

С.Ю. Харлап¹, ✉
О.В. Горелик^{1,2},
С.Л. Сафронов³,
С.А. Гриценко⁴,
А.А. Белооков⁴,
В.В. Журавель⁴

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

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

³ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

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

✉ profuniver@yandex.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-65-68

Svetlana Yu. Harlap¹, ✉
Olga V. Gorelik^{1,2},
Sergey L. Safronov³,
Svetlana A. Gritsenko⁴,
Alexey A. Belookov⁴,
Vitaly V. Zhuravel⁴

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

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

³ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

✉ profuniver@yandex.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Взаимосвязь продуктивного долголетия и воспроизводительных функций у коров

РЕЗЮМЕ

Уральский тип отечественной черно-пестрой породы отличается высокими показателями продуктивности, хорошей пригодностью к использованию в условиях промышленной технологии молока. Повышение продуктивности привело к снижению у маточного поголовья воспроизводительных функций. В результате проведенных исследований установлено, что при длительном использовании удой коров закономерно изменяется, достигая наивысших показателей у полновозрастных животных к 3-й лактации, а затем постепенно снижается, оставаясь достаточно высоким и стабильным. Снижение составляет от 13 кг (4-я лактация относительно 3-й) до 663 кг (начиная с 4-й по 8-ю лактации), то есть на 132,6 кг в среднем за лактацию, или на 1,7%. Качественные показатели молока изменялись в сторону повышения с 1-й по 10-ю лактацию. Более изменчивыми оказались показатели по удою — они имели коэффициент изменчивости от 20,7 до 17,6, что говорит о достаточно широкой возможности отбора по этому признаку в стаде. Удой за лактацию не имеет взаимосвязи с длительностью сервис-периода и повышение воспроизводительных функций современного голштинизированного черно-пестрого скота не окажет отрицательного воздействия на удой коров.

Ключевые слова: коровы, молоко, продуктивность, удой, лактация, голштинизированная черно-пестрая порода, сервис-период

Для цитирования: Харлап С.Ю., Горелик О.В., Сафронов С.Л., Гриценко С.А., Белооков А.А., Журавель В.В. Взаимосвязь продуктивного долголетия и воспроизводительных функций у коров. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 65–68. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-65-68>

© Харлап С.Ю., Горелик О.В., Сафронов С.Л., Гриценко С.А., Белооков А.А., Журавель В.В.

Correlation of productive longevity and reproductive functions in dairy cows

ABSTRACT

The Ural type of the domestic Black-and-White mottled breed is characterized high milk-yield rates and good suitability for industrial milking technology. The milk yield increase led to a deterioration of reproductive functions in the livestock. As a result of the research it was found that in the process of prolonged using of the cattle, the milk yield of cows regularly changes, reaching the highest rates among the mature cows by the 3rd lactation, and then gradually decreases, remaining sufficiently high and stable. The decrease of the milk yield starts from 13 kg (in the 4th lactation in comparison with the 3rd lactation) and goes to 663 kg (from 4th to 8th lactations). That decrease makes on average 132.6 kg per lactation period, or by 1.7%. The quality indicators of milk changed to the better from the 1st to the 10th lactation. The indicators for milk yield turned out to be more variable; they had a coefficient of variability from 20.7 to 17.6, which indicates a quite wide possibility of selection in the herd by this trait. The milk yield per lactation is not related with duration of service period; and increase of reproductive functions in the modern Holsteinized Black-and-White mottled cattle will not provide a negative impact on the milk yield of the cows.

Key words: cows, milk, productivity, milk yield, lactation, Holsteinized black-and-whitebreed, service period

For citation: Harlap S.Yu., Gorelik O.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Belookov A.A., Zhuravel V.V. Correlation of productive longevity and reproductive functions in dairy cows. Agrarian science. 2022; 362 (9): 65–68. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-65-68>
 © Harlap S.Yu., Gorelik O.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Belookov A.A., Zhuravel V.V.

Введение / Introduction

The food security in any country poses big tasks for farmers to increase production and improve the quality of agricultural products, including the food of animal origin [1–5]. Great importance is referred to the development of dairy farming as a branch of livestock husbandry, that provides milk — the valuable food product and raw material for the food industry [6–13].

For milk production highly productive dairy cattle are used, which main share belongs to related breeds of Dutch origin — Holstein, black-and-white, mottled breed, etc. [14]. The genetic pool of the Holstein breed, which is considered the best dairy breed in the world, has been widely used for more than four decades, and it keeps being used to improve domestic livestock genetics, including the black-and-white mottled breed in order to increase high milk yield and improve technological parameters in industrial production of milk [15]. The large array of Holsteinized black-and-white mottled cattle has been derived, which type of cattle features high proportion of Holstein breed genes. These cows have peculiar economically useful traits and phenotypic characteristics depending on the breeding region and breed resources used for breed-crossing. The increase in milk yield led to decline of reproductive functions in the breeding livestock. In Sverdlovsk region, the Ural type of black-and-white cattle was created and officially registered [16]. Assessment of the relation between the milk yield capability of cows and their reproductive functions qualities, depending on the breed lineage, is relevant and has practical value [17, 18].

Материал и методы исследования / Materials and method

The objects of research were cows of Holsteinized black-and-white mottled cattle. The studies were carried out in breeding factories for breeding Holsteinized black-and-white mottled cattle of the Ural type of Sverdlovsk region on certain number of cows obtained from closely related breeding. The research included all lactating cows used in breeding farms. The data of zootechnical and veterinary records of the IAS “SELEX-Dairy Cattle” database were used. Milk yield for 305 days of lactation, MFF and MFP in milk were taken into account. The milk yield per lactation was assessed by control milking once a month, the quality parameters of milk were determined by the average milk sample from each cow once a month in the dairy laboratory of the Uralplemcenter. Reproductive functions qualities were assessed by the duration of the service-period and calving intervals, and expressed as the coefficient of reproductive capability (CRC).

Fig. 1. Milk yield in 305 days of lactation, kg



Результаты и обсуждение / Results and discussion

Milk yield is the main selection trait in dairy cattle breeding. It's known that the higher is the milk yield — the higher is the economic efficiency of the cows. But even in case of milk yield of 10 000 kg per lactation, the profitability of milk production is low and increases together with an prolongation of productive periods. The decrease in reproductive functions in modern Holsteinized black-and-white mottled cattle has led to a decrease in their productive longevity down to 2.3–2.4 lactations, although there are cows in breeding farms that are used for quite long time. Milk yield for 305 days of lactation, depending on the duration of cows using, is shown below in Figure 1.

The table obviously shows that during prolonged use of cows the milk yield of cows regularly changes, reaching the highest rates among the mature cows by the 3rd lactations, and then gradually decreases, remaining sufficiently high and stable. The milk yield decreases from 13 kg (in the fourth lactation in comparison with the third lactation) to 663 kg starting from 4 to 8 lactations. That decrease makes on average 132.6 kg per lactation period, or by 1.7%. Further, a sharper decrease in milk yield is observed. This decrease reaches 377 kg from the 8th to the 9th lactations, and makes 1.007 kg at the 10th lactation. This confirms that the cows' physical conditions allow their long-term productive use.

As a result of the analysis, it was also found that the duration of the use of cows also affects the quality indicators of milk, which improve along with prolongation of livestock use (Figure 2).

With prolonged use of cows, MFF and MFP in cow milk fluctuated. These indicators increased and decreased from lactation to lactation. These changes were insignificant and untrustworthy, with the exception of MFF and MFP in milk of cows in the 9th lactation, when there was a significant decrease in MFF in milk and a significant increase in MFP in milk, in comparison with the 8th lactation ($P \leq 0.05$ for MFF and $P \leq 0.01$ for MFP) and in the 10th lactation when these indicators increased ($P \leq 0.01$ in favor of the 10th lactation).

During selection and breeding work, the cows undergo sorting, casting and selection. The selection possibilities depend to certain extent on variability of particular trait in the herd. Figure 3 below shows the coefficients of variability of milk yield capacities of cows depending on the duration of their use.

The indicators for milk yield happened to be more variable; the coefficient of variability ranged from 20.7 to 17.6, which indicates a fairly wide possibility of cows' selection by this trait in order to improve this indicator and increase milk yield on average for the herd in general. The

Fig. 2. Quality indicators of milk, %

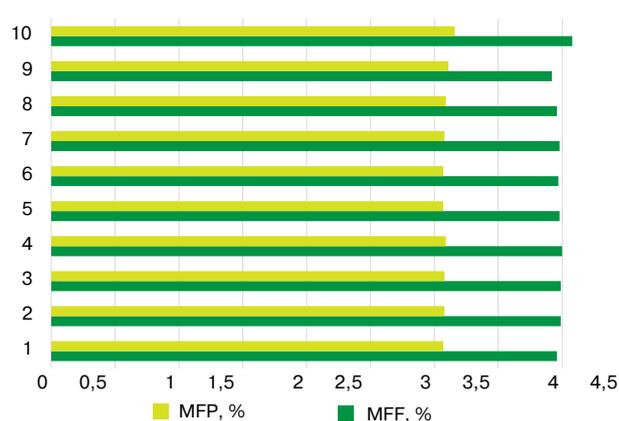
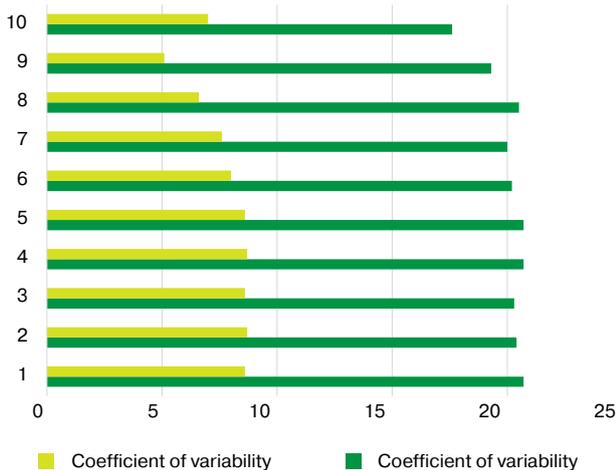
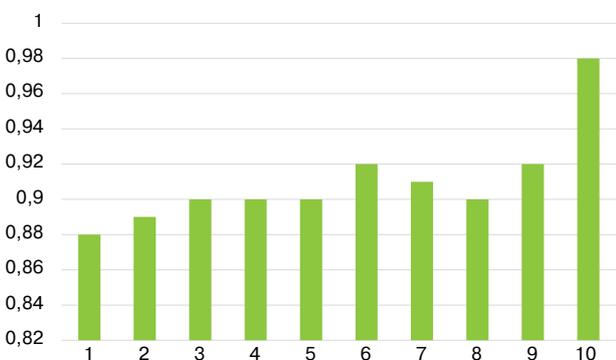


Fig. 3. Coefficients of variability in milk yield, MFF and MFP in milk of cows by lactation**Fig. 5.** The coefficient of reproductive capability for lactations

coefficients of variability for MFF and MFP in milk indicate a significant leveling of the herd for them and an insignificant possibility of selection by this trait. In this case it is possible to change the quality indicators for the better mainly due to the selection of breeding bulls with high genetic potential by maternal ancestors.

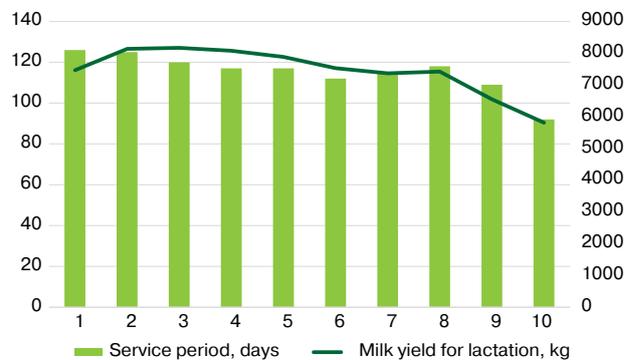
It's necessary to note that the milk yield of cows in a herd for full lactation was higher than the milk yield for 305 days of lactation. It exceeded by 624 kg or 8.4% on average, while the coefficient of milk yield variability was 23.4 on average, or was higher than the average milk yield for 305 days by 6.0. Most often this is caused by prolongation of the lactation period due to the increase of service period duration. In our case it made 132 days on average for the herd and varied depending on lactation (Figure 4).

The figure shows that the service period decreases with age of a cow, but in general it is higher than necessary for normal reproduction rates. The optimal duration of service period is 45 to 80 days. If this period is longer, it indicates problems with reproductive system. The coefficient of service period variation is high, which makes it possible to select cows on this basis, as the issues of reproduction come out on the spotlight. Problems with reproductive system are also indicated by low rates of reproductive capability (Figure 5).

Despite the fact that the coefficient of reproductive capability increases with the age of cows from 0.88 to 0.92;

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.

Fig. 4. The duration of the service period and the coefficients of its variability for lactations**Fig. 6.** The conjugation of milk yield per lactation and the duration of the service period of cows by lactation

it corresponds to good reproductive functions in cows only by the 10th lactation.

The correlation between reproductive functions and milk yield of cows is of interest. The correlation is shown below in Figure 6.

The figure obviously shows that the milk yield per lactation is not related to the duration of the service period; and increase in reproductive functions of modern Holsteinized black-and-white mottled cattle will not give a negative effect on the milk yield of cows, especially since the milk yield was insignificantly higher than the milk yield in 305 days of lactation and showed a tendency to increase, which can most likely be explained by a longer lactation with an average daily milk yield in the last stage of lactation (over 305 days) equal to 5.8 kg.

Выводы / Conclusion

Thus, it can be concluded that the Ural type of Holsteinized black-and-white mottled cattle possesses high breeding qualities, which is confirmed by their milk yield, which naturally changes along with age. As a cow ages, the quality of milk increases. The cows of the 10th lactation do not have problems with reproductive function; definitely the reproductive capability of the livestock is better among the mature cows. Reproductive functions and milk yield of cows are not interrelated, which makes it possible to run selection of cows by these traits.

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. Rebezov M.B., Kudryavtseva T.M., Meshcheryakova G.V., Derkho M.A., Shakirova S.S., Gumenyuk O.A. Control of the stability of the results of studies of cadmium content using the method of additions in cow's milk samples. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(5). DOI:10.1088/1755-1315/677/5/052051
2. Sidra-Tul-Muntaha et al. Safety assessment of milk and indigenous milk products from different areas of Faisalabad. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020; 9(6): 1197–1203. DOI:10.15414/JMBFS.2020.9.6.1197-1203
3. Smakuyev D. et al. Acclimatization and productive qualities of american origin aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern Caucasus. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2021; 20(7): 433–442. DOI:10.1016/j.jssas.2021.05.011
4. Sarkar T. et al. The fuzzy cognitive Map–Based shelf-life modelling for food storage. *Food Analytical Methods*. 2021. DOI:10.1007/s12161-021-02147-5
5. Gorelik A.S., Yarmukhamedova E.I., Sharipova A.F., Gazeev I.R., Kanareikina S.G. Comparative evaluation of composition and properties of milk from cows of different breeds in cheese production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(2). DOI:10.1088/1755-1315/677/2/022109
6. Serikova A. et al. Development Of Technology Of Fermented Milk Drink With Immune Stimulating Properties. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(4): 495–500. WOS:000438848100062 publons.com/p/16977239
7. Gorelik V.S., Rebezov M.B., Lopaeva N.L., Smirnova E.S., Sultanova S.K. Morphological and biochemical parameters of cow blood when using chitosan preparations. *E3S Web of Conferences*. 2021; 254. DOI:10.1051/e3sconf/202125408025
8. Smolnikova F. et al. Nutritive Value Of Curd Product Enriched With Wheat Germ. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(3): 1003–1008. WOS:000438847100131 publons.com/p/16977237/
9. Morozova L. et al. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12: 2181–2190. DOI:10.31838/ijpr/2020.SP1.319
10. Ponomareva L.F., Burakovskaya N.V., Rebezov Y.M., Bychkova T.S., Grunina O.A. Sensory method for the analysis of milk dessert from curd whey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(3). DOI:10.1088/1755-1315/677/3/032042
11. Lavrov A.A., Gorelik A.S., Dogareva N.G., Mkrtchyan G.V., Lepekhina T.V. The influence of origin on milk productivity of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 839(3). DOI:10.1088/1755-1315/839/3/032005
12. Temerbayeva M. et al. Technology of Sour Milk Product For Elderly Nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9(1): 291–295.
13. Gorelik A.S., Nesterenko A.A., Arkanov P.V., Vagapova O.A., Melnikova E. Dairy productivity of cows - daughters of bull producers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(2). DOI:10.1088/1755-1315/677/2/022113
14. Likhodeevskaya O.E. et al. Comparative assessment of productive qualities of holsteinized black-and-white cattle by lines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848(1). DOI:10.1088/1755-1315/848/1/012082
15. Fedoseeva N.A. et al. Productive qualities of holsteinized black-and-white cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848(1). DOI:10.1088/1755-1315/848/1/012068
16. Fedoseeva N.A. et al. Evaluation of the efficiency of using black-mottled cows of the ural type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(2). DOI:10.1088/1755-1315/677/2/022105
17. Lebedko E.Y., Pilipenko R.V. Innovative conceptual model of an ideal type of highly productive dairy cow. *Agrarian science*. 2019;(11-12): 38–42. (In Russian)
18. Mitsurina E.A., Gamko L.N. Qualitative indicators of milk, the productivity of lactating cows and changes in blood composition when feeding mineral supplements. *Agrarian science*. 2021; 344(1): 26–29. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

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

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

Сергей Леонидович Сафронов,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный университет ветери-
нарной медицины, Черниговская ул., 5, Санкт-Петербург,
196084, Российская Федерация
E-mail: safronovsl@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

Светлана Анатольевна Гриценко,
Доктор биологических наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
E-mail: zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Алексей Анатольевич Белококов,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
E-mail: belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Виталий Васильевич Журавель,
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул.
Гагарина, 13, Троицк, 457103, Российская Федерация
E-mail: zhu123456@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5212-6631>

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Yurievna Harlap,
candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebkecht, str.,
Yekaterinburg, 620075, Russian Federation
E-mail: proffuniver@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

Olga Vasilyevna Gorelik,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebkecht, str.,
Yekaterinburg, 620075, Russian Federation
Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences, 112a Belinsky str., Yekaterinburg,
620142, Russian Federation
E-mail: olgao205en@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

Sergey Leonidovich Safronov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
St.Petersburg State University of Veterinary Medicine, 5
Chernigovskaya str., St. Petersburg, 196084,
Russian Federation
E-mail: safronovsl@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

Svetlana Anatolyevna Gritsenko,
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13. Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
E-mail: zf.usavm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

Alexey Anatolyevich Belookov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
E-mail: belookov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Vitaly Vasilyevich Zhuravel,
candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin str., Troitsk,
457103, Russian Federation
E-mail: zhu123456@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5212-6631>

УДК 636.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-69-73

И.Н. Миколайчик¹, ✉
Л.А. Морозова¹,
В.Г. Чумаков¹,
В.А. Морозов¹,
С.Л. Сафронов²,
Н.И. Кульмакова³

¹ Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская обл., Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

✉ min_ksa@mail.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-69-73

Ivan N. Mikolaichik¹, ✉
Larisa A. Morozova¹,
Vladimir G. Chumakov¹,
Vladimir A. Morozov¹,
Sergey L. Safronov²,
Natalia I. Kulmakova³

¹ Kurgan State Agriculural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo village, Ketovsky district, Kurgan region, Russian Federation

² St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

³ Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

✉ min_ksa@mail.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Особенности обмена веществ у коров при скармливании в рационах энергетических добавок

РЕЗЮМЕ

Цель работы — изучить влияние энергетических добавок на переваримость и использование питательных веществ рационами высокопродуктивными коровами в период раздоя. Научно-хозяйственный опыт проводился в ЗАО «Глинки» Курганской области. Для его проведения были сформированы три группы коров черно-пестрой породы по принципу аналогов. Исследованиями установлено, что скармливание коровам энергетической добавки «Лакто С» повысило переваримость сухого вещества на 1,68%; органического вещества — на 1,53%; сырого протеина — на 2,25% ($P < 0,05$); сырой клетчатки — на 2,40%; сырого жира — на 3,47%; БЭВ — на 0,84%, а также изменило концентрацию водородных ионов на 0,16 единиц, увеличило количество ЛЖК на 15,51 ед. ($P > 0,05$), количество уксусной и пропионовой кислот — на 2,48 и 0,70%, а также на 3,59 и 4,11% снизило уровень общего азота и аммиака в рубцовой жидкости животных. Использование энергетической добавки «Лакто С» в период раздоя коров обеспечило более эффективное использование энергии корма на образование молока на 11,98% (12,47 МДж) ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Экспериментально обоснована зоотехническая целесообразность применения энергетических добавок «Лакто С» и «Extima 100» в рационах высокопродуктивных коров с целью усиления процессов пищеварения и обмена веществ в их организме.

Ключевые слова: коровы, молоко, продуктивность, энергетическая добавка, черно-пестрая порода, молочное скотоводство

Для цитирования: Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Чумаков В.Г., Морозов В.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И. Особенности обмена веществ у коров при скармливании в рационах энергетических добавок. Аграрная наука; 2022; 362 (9): 69–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-69-73>

© Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Чумаков В.Г., Морозов В.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И.

Features of metabolism in cows fed with diets with energy supplements

ABSTRACT

The aim of this work is to study the effect that energy supplements provide on the digestibility and application of nutrients in high-yielding cows diets during their milking period. The scientific and economic experiment was run at CJSC “Glinki” in Kurgan region. For this experiment, three groups were formed, which consisted of Black-and-White cows, according to the principle of analogues. Studies showed that feeding cows with the energy supplement “Lakto S” increased the digestibility of dry matter by 1.68%; of organic matter — by 1.53%; of crude protein — by 2.25 ($P < 0.05$); of crude fiber — by 2.40%; of crude fat — by 3.47%; nitrogen-free extractable substances — by 0.84%, and also changed the concentration of hydrogen ions by 0.16 units, increased VFA by 15.51 units ($P > 0.05$), changed the amount of acetic and propionic acids — by 2.48 and 0.70%, and reduced the level of total nitrogen and ammonia in the rumen of cows by 3.59 and 4.11% respectively. The energy supplement “Lakto S”, fed to the cows during their milking period, provided more efficient use of feed energy for milk production by 11.98% (12.47 MJ) ($P < 0.05$) in comparison with the control group. The zootechnical feasibility of using the energy supplements “Lakto S” and “Extima 100” in the diets of high-yielding cows in order to enhance the processes of digestion and metabolism in their bodies has been experimentally substantiated.

Key words: cows, milk, productivity, energy supplement, Black-and-White breed, dairy cattle breeding

For citation: Mikolaichik I.N., Morozova L.A., Chumakov V.G., Morozov V.A., Safronov S.L., Kulmakova N.I. Features of metabolism in cows fed with diets with energy supplements. Agrarian science. 2022; 362 (9): 69–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-69-73>
 © Mikolaichik I.N., Morozova L.A., Chumakov V.G., Morozov V.A., Safronov S.L., Kulmakova N.I.

Введение / Introduction

One of the main tasks of the agricultural and industrial complex is the reliable provision of the country population with high-quality and safe agricultural food products [1–3]. This task is not implementable without increasing the productivity of farm animals and can only be achieved by scientific arrangement of their proper feeding [4–8]. Feeding cows must be arranged in a way as to increase milk yield to the maximum in a short time without disturbing the health of cows, and then maintain them at a high level of yielding throughout lactation period. It is especially important to have appropriate and adequate feeding during the most stressful period of the production cycle — when the cow is freshly calved [9–11]. During the milking period, high energy costs for milk production cannot be sufficiently and completely covered by nutrients supplied with feed [12–14]. Therefore, nowadays, in order to promote fulfillment of the cows' genetic potential, various feed additives are added to their diet. The additives serve as a valuable addition to the diet of livestock to increase its productivity and improve the quality of the obtained products. The aim of the research is to study the effect of energy supplements on digestibility and utilization of dietary nutrients by high-yielding cows during their milking period [15–17].

Материал и методы исследования / Materials and method

The research was run at CJSC "Glinki" in Kurgan region. To conduct a scientific and economic experiment, black-and-white cows were divided into three groups, according to the principle of analogues, taking into account their origin, age, live weight, date of their last calving, rate of milk yield, content of fat and protein in their milk.

The conditions of feeding and keeping the cows were the same in each group, with the exception for the researched factor. The rations for feeding cows were normalized all over, taking into account the chemical composition and nutritional value of feed, levelled on the basis of the norms recommended by the Russian Academy of Sciences. During the accounted period of the experiment, cows from the control group and the experimental groups received a diet, which included 34.5 kg of feed mix, 4.0 т awnless brome hay, 1.7 kg of rapeseed cake, 1.0 kg of crushed corn grain, 5.0 kg of fresh brewer's grain, 0.5 kg of BVMK-60-10 and 0.5 kg of feed molasses. In addition to the main diet, cows

of the 1st experimental group got the energy feed additive "Lakto S" (Uralbiovet, Russia) at dosage of 200 g/cow/day, the cows of the 2nd experimental group got the energy feed additive "Extima 100" at dosage of 200 g/cow/day.

Physiological experiment was carried out to determine the digestibility and utilization of nutrients in cows' diets, as well as to define energy metabolism in the body of cows. The physiological experiment was conducted at the end of the scientific and economic experiment according to generally accepted methods. The feed and obtained products were analyzed in the laboratory of the Department of Technology of Livestock Products Storage and Processing of FSBEI HE "Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev" and the accredited testing laboratory of the farm that belongs to the farmer V.N. Iltyakov.

In the filtered rumen fluid the following was determined: concentration of hydrogen ions (with a pH meter); content of ammonia — according to the Conway method; total and non-protein nitrogen (with protein precipitation) — by the Kjeldahl method; protein nitrogen — the difference between total nitrogen and non-protein nitrogen; volatile fatty acids (VFA) — using the method of steam distillation on Markgam device, followed by sublimation on a gas chromatograph (Crystal-2000M) in the State Regional Center for Standardization, Metrology and Testing of Kurgan Region".

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Analysis of the physiological studies results allowed establishing the fact that the additional introduction of energy supplements into the diet of cows provided a positive effect on digestibility of nutrients in the cows' diet. The amount of nutrients, digested by cows under the experiment during the digestion trial, is presented below in the Table 1.

While analyzing the data presented in the table, it is necessary to note that the cows of the 1st experimental group digested more: dry matter (DM) digestibility increased by 3.57 and 2.09%; organic matter (OM) — by 3.35 and 2.02%; crude protein (CP) — by 4.12 (P < 0.05) and 1.64%; crude fiber (CF) — by 5.98 and 3.80%; crude fat (CF) — by 6.42 and 5.19%; biologically extractive matters (BEM) — by 2.46 and 1.55% than the cows of the control group and the 2nd experimental group, respectively.

Average coefficients of digestibility for cows' groups are presented below in Table 2.

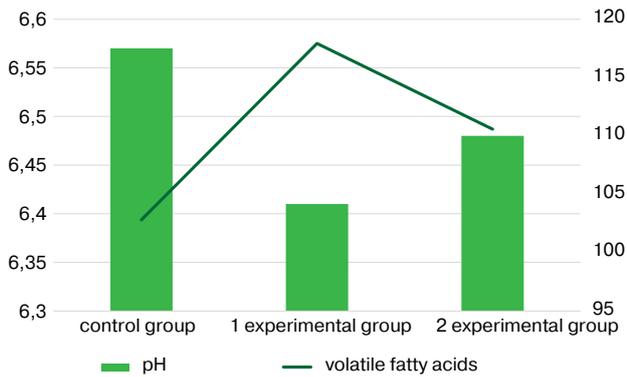
Table 1. Average daily nutrients digested by cows, grams ($\bar{X} \pm \bar{Sx}$)

Group	Indicator					
	DM, g	OM, g	CP, g	CF, g	CF, g	BEM, g
Control	17,622.17± 286.41	16,644.61± 224.71	2,428.27± 19.95	2,359.66± 46.51	615.68± 7.89	11,241.00± 209.00
1 experimental	18,251.53± 201.87	17,202.27± 189.92	2,528.33± 22.63*	2,500.68± 39.55	655.25± 14.18	11,518.01± 140.44
2 experimental	17,877.83± 110.87	16,861.97± 97.39	2,487.48± 21.18	2,409.04± 26.93	622.91± 8.49	11,342.53± 53.60

*P < 0,05 — hereinafter.

Table 2. Nutrients digestibility coefficients, % ($\bar{X} \pm \bar{Sx}$)

Group	Indicator					
	DM	OM	CP	CF	CF	BEM
Control	72.32± 0.99	73.98± 0.76	63.30± 0.56	53.32± 0.89	62.16± 0.80	84.92± 1.21
1 experimental	74.00± 0.84	75.51± 0.80	65.55± 0.56*	55.63± 1.01	65.63± 1.35	85.76± 1.01
2 experimental	73.10± 0.47	74.68± 0.42	64.70± 0.54	54.07± 0.59	62.60± 0.87	85.38± 0.36

Fig. 1. Rumen acidity level

Coefficients of nutrients digestibility were higher in animals of the 1st experimental group in comparison with the control group and the 2nd experimental group: the digestibility increased in dry matter — by 1.68 and 0.90%; organic matter — by 1.53 and 0.83%; crude protein — by 2.25 ($P < 0.05$) and 0.85%; crude fiber — by 2.40 and 1.56%; crude fat — by 3.47 and 3.03%; BEM — by 0.84 and 0.38%, respectively.

The unique feature of ruminants is their ability to consume plant biomass as a source of nutrients and assimilate them due to the symbiosis of the evolved microorganisms of rumen microbiota. Rumen microorganisms break down plant polysaccharides, proteins, lipids and turn them into various nutrient compounds and vitamins.

The acidity of the rumen is one of the most variable factors, which determines the state of the enzymatic process, formation of metabolites, their absorption and utilization in a cow's body (Figure 1).

The concentration of hydrogen ions in the cows of the 1st and the 2nd experimental groups shifted to the acidic side by 0.16–0.09 units in comparison with the control group. The decrease in pH was probably associated with an increase of VFA concentration in the rumen fluid of the cows of the 1st and the 2nd experimental groups, which was 15.51 ($P > 0.05$) and 8.33% higher than in

The control group. The introduction of energy supplements into cows' diets influenced on the ratio of volatile fatty acids in the rumen fluid of the cows (Figure 2).

The concentration of acetic and propionic acids in the rumen fluid of cows from the 1st and the 2nd experimental groups increased by 2.48–0.29% and 0.7–0.52%, while the amount of butyric acid decreased by 3.18 and 0.82% respectively.

The introduction of energy supplements into the diet of cows contributed to enhancement of

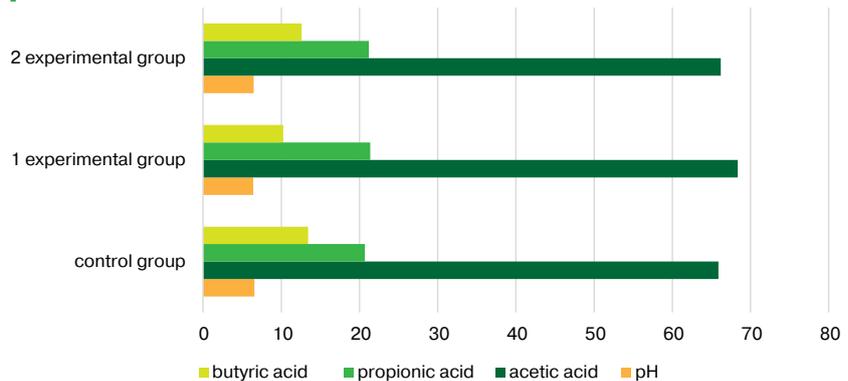
metabolic processes in the rumen of the cows under the experiment (Table 3).

Analysis of the table above demonstrates that content of total nitrogen in the rumen fluid of the cows from the 1st experimental group was equal to 228.12 mg%, which is lower by 3.59 and 1.31% respectively in comparison with the control group and the 2nd experimental group. The detected decrease in total nitrogen concentration in the rumen fluid was accompanied by an increase in the proportion of non-protein nitrogen by 25.49–23.85% and a simultaneous decrease of ammonia content by 4.11–1.08% in comparison with the control group and the 2nd experimental group.

Indicators of cows' energy consumption during the digestion trial are presented below in Table 4.

The introduction of energy supplements in cows' diets provided an effect on energy consumption and its utilization during lactation period. Thus, the consumption of gross energy by cows of the 1st experimental group exceeded the values in the control group and the 2nd experimental group by 2.41 and 0.77 MJ respectively.

There was less energy excreted with feces in the 1st experimental group in comparison with the control group, its amount was less by 4.87% (5.17 MJ), and in comparison

Fig. 2. Concentration of volatile fatty acids in the cows rumen, %**Table 3.** Concentration of nitrogenous fractions in cows rumen, mg % ($\bar{X} \pm Sx$)

Indicator	Group		
	Control	1 experimental	2 experimental
Total nitrogen	236.31±1.74	228.12±1.74	231.10±3.58
Protein nitrogen	199.33±1.08	181.70±7.33	193.62±1.87
Non-protein nitrogen	36.99±0.66	46.42±7.33	37.48±1.94
Ammonia	14.45±0.49	13.88±0.86	14.03±0.65

with the 2nd experimental group — by 2.50% (2.65 MJ). The

Table 4. Distribution of gross energy in the body of cows, (MJ/day) ($\bar{X} \pm Sx$)

Indicator	Group		
	Control	1 experimental	2 experimental
Gross energy consumed	439.88±1.49	442.29±1.97	441.52±0.87
Energy excreted with feces	111.17±2.95	106.00±3.55	108.65±1.83
Energy digested	328.71±4.15	336.29±1.61	332.87±1.83
Energy excreted with urine	21.50±0.75	20.70±0.41	20.86±1.04
Losses in the gastrointestinal tract with methane and fermentation heat	47.23±1.47	46.61±2.13	48.60±1.24
Exchange energy	259.98±3.31	268.98±2.82	263.41±1.56
Heat production	155.92±2.74	152.45±2.96	150.58±2.18
Energy of production	104.06±1.48	116.53±2.72*	112.83±3.49

cows of the 1st experimental group digested the feed energy better by 2.31%, or by 7.58 MJ than their counterparts in the control group, and better by 1.03%, or 3.42 MJ than the cows of the 2nd experimental group. Energy losses in the gastrointestinal tract caused by extraction of methane and by fermentation heat, as well as lost with urine, were less in the cows of the 1st experimental group by 1.33 and 3.86% in comparison with the control group, and by 4.27 and 0.77 in comparison with the 2nd experimental group, respectively.

The percentage of physiological energy content in relation to the gross energy among the cows of the 1st experimental group was equal to 60.82%, which is higher than the same indicator of the cows in the control group and the 2nd experimental group by 1.72 and 1.16%, respectively. The largest amount of heat was released and emitted into the environment by the cows of the control group (155.95 MJ / day), the least amount of energy was released into environment by the cows of the 2nd experimental group (150.58 MJ / day). The difference in this values amounted to 3.57%, or 5.37 MJ / day. The cows of the 1st experimental group could maximally utilize the physiological energy for production of milk — by 11.98% (12.47 MJ) ($P < 0.05$) higher than the cows of the control group, and by 3.28% (3.70 MJ) higher than the cows of the 2nd experimental group.

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.

Выводы / Conclusion

The comparative analysis of effect of the energy supplements from various manufacturers, introduced into the diets of cows during their milking period, allowed establishing that the energy supplement of domestic production “Lakto S” at a dosage of 200 g/cow/day contributed to enhancement of digestibility of dry matter — by 1.68%; organic matter — by 1.53%; crude protein — by 2.25 ($P < 0.05$); crude fiber — by 2.40%; crude fat — by 3.47%; BEM — by 0.84% in comparison with the control group.

The introduction of the energy supplement “Lakto S” into the diet of milking cows increased the metabolic processes in the cows’ rumen. In particular, it changed the concentration of hydrogen ions — by 0.16 units, increased VFA — by 15.51 ($P > 0.05$), changed the amount of acetic and propionic acids by 2.48 and 0.70%, and also reduced the level of total nitrogen and ammonia in the rumen fluid of cows by 3.59 and 4.11% respectively, in comparison with the control group.

The introduction of the energy supplement “Lakto S” during the cows milking period provided more efficient utilization of feed energy for milk production by 11.98% ($P < 0.05$) in comparison with the control group.

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

- Budnikova O.N., Gamko L.N. Energy feed additive in the diets of pregnant dry cows. *Agrarian science*. 2022; 355(1): 44–47. (In Russian)
- Sheveleva O.M., Smirnova T.N., Sukhikh N.S. Influence of milking intensity of first lactation cows on the longevity of cows, their lifelong productivity. *Agro-food policy of Russia*. 2020; (3): 40–43. (In Russian)
- Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Influence of time parameters of preparation of heifers for lactation on the formation of the milk ejection reflex in first-calf heifers. *Technique and technology in animal husbandry*. 2021; 41(1): 42–45. (In Russian)
- Gorelik O.V., Kosilov V.I., Mkrtchyan G.V., Mekhtieva K.S., Bakai F.R. Spin age-dependent correlation between live weight and milk yield of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 839(3). DOI:10.1088/1755-1315/839/3/032004
- Sheida E.V. et al. Changes in the taxonomic composition of the rumen microbiome during the dietary supplements administration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 12058. DOI:10.1088/1755-1315/848/1/012058
- Duskaev G., Nurzhanov B., Rysaev A., Rakhmatullin Sh., Inchagova K. The effect of a plant extract or in mixture with a prebiotic on microbiota of cattle rumen. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 2021; 35(S1): 70. DOI: 10.1080/13102818.2020.1871545
- Gorelik O.V., Pavlova J.S., Shvechikhina T.Y., Arapova O.A., Ponomareva L.F. 2021 The relationship of economic and useful traits in the Ural type cows of the black-and-white breed. *E3S Web of Conferences*. 2021; 254. DOI:10.1088/1755-1315/677/3/032019
- Mikolaychik I.N., Gorelik O.V., Nenahov V.V., Morozova L.A., Safronov S.L. The relationship between the duration of the service period and the milk yield of the holsteinized black-mottled breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(4). DOI:10.1088/1755-1315/677/4/042016
- Makaeva A., Atlanderova K., Duskaev G., Nurzhanov B., Rysaev A. Effects of folia betulae and mentha piperita extracts on microbiological and enzymatic characteristics of cattle rumen. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(S4):257–258. DOI: 10.1093/jas/skaa278.465
- Mikolaichik I.N. et al. Microbiological supplements for the metabolic rate correction in calves. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. 2020; 11(2). DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.39
- Morozova L. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12. DOI:10.31838/ijpr/2020.SP1.319
- Buryakov N. et al. 2019 Influence of protein concentrate in the diet on productivity and amino acid composition of cow milk. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019; 341. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012057
- Gorelik O.V., Afonina D.A., Likhodeevskaya O.E., Zezin N.N. Productive qualities of holstein black-and-white cattle of different genotypes according to kappa-casein. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848(1). DOI:10.1088/1755-1315/848/1/012076
- Fedoseeva N.A., Gorelik O.V., Gorelik A.S., Belookov A.A., Mizhevnikina A.S. Evaluation of the efficiency of using black-mottled cows of the ural type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 677(2). DOI:10.1088/1755-1315/677/2/022105
- Gorelik A., Gorelik O., Miftakhutdinov A., Smolyakova N., Zernina S. Correlation of performance traits of black-and-white first-calves. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 848(1). DOI:10.1088/1755-1315/848/1/012072
- Smakuyev D. et al. Acclimatization and productive qualities of american origin aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern Caucasus. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2021; 20(7). DOI:10.1016/j.jssas.2021.05.011
- Mitsurina E.A., Gamko L.N. Qualitative indicators of milk, the productivity of lactating cows and changes in blood composition when feeding mineral supplements. *Agrarian science*. 2021; 344(1): 26–29. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Иван Николаевич Миколайчик,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Курганская государственная сельскохозяйственная академия
им. Т. С. Мальцева, с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская
обл., 641300, Российская Федерация
E-mail: min_ksa@mail.ru

Лариса Анатольевна Морозова,
доктор биологических наук, профессор,
Курганская государственная сельскохозяйственная академия
им. Т. С. Мальцева, с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская
обл., 641300, Российская Федерация
E-mail: morozova-la72@mail.ru

Владимир Геннадьевич Чумаков,
доктор технических наук, доцент,
Курганская государственная сельскохозяйственная академия
им. Т. С. Мальцева, с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская
обл., 641300, Российская Федерация
E-mail: vgchumakov@mail.ru

Владимир Анатольевич Морозов,
кандидат сельскохозяйственных наук, ст. преподаватель
Курганская государственная сельскохозяйственная академия
им. Т. С. Мальцева, с. Лесниково, Кетовский р-н, Курганская
обл., 641300, Российская Федерация
E-mail: morozikkz@yandex.ru

Сергей Леонидович Сафронов,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Санкт-Петербургский государственный университет ветери-
нарной медицины, Черниговская ул., 5, Санкт-Петербург,
196084, Российская Федерация
E-mail: safronovsl@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

Наталья Ивановна Кульмакова,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Российский государственный аграрный университет –МСХА
имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская улица, 49, Москва,
127550, Российская Федерация
E-mail: kni11@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>

ABOUT THE AUTHORS:

Ivan Nikolaevich Mikolaychik,
doctor of agricultural sciences, professor,
Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo
village, Ketovsky district, Kurgan region, 641300, Russian
Federation
E-mail: min_ksa@mail.ru

Larisa Anatolievna Morozova,
doctor of biological sciences, professor,
Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo
village, Ketovsky district, Kurgan region, 641300, Russian
Federation
E-mail: morozova-la72@mail.ru

Vladimir Gennadievich Chumakov,
doctor of technical sciences, associate professor,
Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo
village, Ketovsky district, Kurgan region, 641300, Russian
Federation
E-mail: vgchumakov@mail.ru

Vladimir Anatolievich Morozov,
candidate of agricultural sciences, Senior Lecturer
Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Lesnikovo
village, Ketovsky district, Kurgan region, 641300, Russian
Federation
E-mail: morozikkz@yandex.ru

Sergey Leonidovich Safronov,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
St.Petersburg State University of Veterinary Medicine, 5
Chernigovskaya str., St. Petersburg, 196084,
Russian Federation
E-mail: safronovsl@list.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

Natalia Ivanovna Kulmakova,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural
Academy, 49 Timiryazevskaya str., Moscow, 127550, Russian
Federation
E-mail: kni11@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>

**АУДИТОРИЯ ФОРУМА**

Руководители агрохолдингов и сельхозорганизаций, фермеры, производители и предприятия по переработке и хранению, ведущие эксперты рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки, специалисты зерновой, комбикормовой и ветеринарной промышленности, а также предприятия, занятые в животноводстве, птицеводстве и ветеринарии, заинтересованные в новых поставщиках и расширении собственного ассортимента.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА
**ЖИВОТНОВОДСТВО И
ФЕРМЕРСТВО РОССИИ — 2022**

07-08 ДЕКАБРЯ 2022 г. / МОСКВА

**ТЕМЫ****«Технологический аудит сельскохозяйственных предприятий»**

- Перспективы развития животноводства в России. Развитие экспортного потенциала
- Повышение квалификации для специалистов в области животноводства и ветеринарии
- Меры государственной поддержки развития животноводства в России
- Технологический аудит в животноводстве
- Новые технологии и программы для повышения выработки и качества продукции животноводства
- Бизнес-идея для села, где взять ресурсы, идеи и команду

По итогам всем участникам будут выданы сертификаты о прохождении обучения

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10

По вопросам выступления: +7 (988) 248-47-17

e-mail: events@agbz.ru
Регистрация на сайте: farmingforum.ru



Реклама ИТ Компании. В.Б.

Оптимизированные схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Важнейшим условием роста производства продукции растениеводства является правильное использование пахотных земель, усовершенствование структуры посевов площадей и оптимизация схем севооборотов. Цель работы — оптимизировать схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания. Новизна состоит в том, что впервые для природных условий степной зоны РСО — Алания оптимизированы схемы почвозащитных севооборотов нового типа с целью повышения плодородия почв, экологической сбалансированности и продуктивности агроландшафтов.

Методика. Исследования проводились на основе научных принципов и подходов, изложенных в методических руководствах: «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005), «Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия» (2010) и «Методика оптимизации севооборотов и структуры использования пашни» (2004).

Результаты. Для более эффективного использования пашни, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечения потребности хозяйств продукцией растениеводства и улучшения плодородия почвы предлагаются усовершенствованные севообороты. В разработанной структуре на долю озимых зерновых культур должно приходиться 42%, кукурузы на зерно — 13%, проса — 1%, гороха — 3%, сои — 4%, подсолнечника — 8%, картофеля — 0,5%, кормовых корнеплодов — 1%, овощей — 3%, кукурузы на силос — 4%, однолетних трав — 1,5%, многолетних трав — 3%, озимого рапса — 7%, льна — 3%, горчицы — 2%, чистых паров — 4%. Оптимизация структуры посевных площадей и разработанные на ее основе севообороты позволят вести посевы промежуточных культур на площади 30–50% пашни, обеспечить хозяйствам степной зоны РСО — Алания получение высококачественных и сбалансированных кормов и более продолжительное действие «зеленого конвейера». Оптимизированные схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания обеспечивают снижение деградационных процессов, повышают плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур на 12–15%.

Ключевые слова: структура посевных площадей, севооборот, промежуточные культуры, площадь пашни, сельскохозяйственные культуры, урожайность

Для цитирования: Мамиев Д.М. Оптимизированные схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания. *Аграрная наука.* 2022; 362 (9): 74–78. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-74-78>

© Мамиев Д.М.

Optimized crop rotation schemes for the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania

ABSTRACT

Relevance. The most important condition for the growth of crop production is the correct use of arable land, the improvement of the structure of areas under crops and the optimization of crop rotation schemes. The purpose of the work is to optimize crop rotation schemes for the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania. The novelty lies in the fact that for the first time for the natural conditions of the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania the schemes of soil-protective crop rotations of a new type were optimized in order to increase soil fertility, ecological balance and productivity of agricultural landscapes.

Methodology. The research was carried out on the basis of scientific principles and approaches set out in the methodological guidelines: "Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape farming systems and agricultural technologies" (2005), "Methodology for designing the basic elements of an adaptive-landscape farming system" (2010) and "Methodology for optimizing crop rotations and patterns of arable land use" (2004).

Results. For more efficient use of arable land, increasing crop yields, meeting the needs of farms with crop products and improving soil fertility, improved crop rotations are proposed. In the developed structure, winter crops should account for 42%, corn for grain — 13%, millet — 1%, peas — 3%, soybeans — 4%, sunflower — 8%, potatoes — 0.5%, fodder root crops — 1%, vegetables — 3%, corn for silage — 4%, annual grasses — 1.5%, perennial grasses — 3%, winter rapeseed — 7%, flax — 3%, mustard — 2%, pure fallows — 4%. Optimization of the structure of sown areas and crop rotations developed on its basis will make it possible to grow intermediate crops on 30–50% of arable land, provide farms in the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania with high-quality and balanced fodder and a longer operation of the "green conveyor". Optimized crop rotation schemes for the steppe zone of Republic of North Ossetia — Alania provide a reduction in degradation processes, increase soil fertility and crop productivity by 12–15%.

Key words: structure of sown areas, crop rotation, intermediate crops, arable land, agricultural crops, productivity

For citation: Mamiev D.M. Optimized crop rotation schemes for the steppe zone of North Ossetia — Alania. *Agrarian science.* 2022; 362 (9): 74–78. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-74-78> (In Russian). 78

© Mamiev D.M.

УДК 631. 582

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-74-78

Д.М. Мамиев

*Владикавказский научный центр
Российской академии наук, РСО — Алания,
Российская Федерация*

✉ d.mamiev@mail.ru

Поступила в редакцию:
20.06.2022

Одобрена после рецензирования:
28.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-74-78

Dmitry M. Mamiev

*Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian
Academy of Sciences, RNO — Alania, Russian
Federation*

✉ d.mamiev@mail.ru

Received by the editorial office:
20.06.2022

Accepted in revised:
28.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Введение / Introduction

Основой системы земледелия является севооборот — научно обоснованное чередование культур и паров на территории и во времени. Роль севооборота в современных условиях заключается в биологизации земледелия, регулировании режима питания и поддержании содержания органического вещества, предотвращении водной эрозии, регулировании фитосанитарного состояния посевов и почвы, экологизации земледелия [1, 2, 3].

В период перехода к рыночной экономике внимание к севооборотам было ослаблено. Коллективные и фермерские хозяйства не стали заниматься травосеянием, резко сократились площади промежуточных посевов на кормовые цели, сидерацию для восполнения органического вещества в почве [4, 5, 6].

Современная земледельческая наука объясняет севооборот как способ формирования агроэкосистемы для более эффективного использования пашни, улучшения плодородия почвы, получения устойчивых урожаев основных сельскохозяйственных культур, обеспечения потребности хозяйств продукцией растениеводства и т.д. [7, 8, 9].

В системе севооборотов нового поколения предусматривается организация, проведение экономически и экологически безопасных, эффективных способов обработки почвы, формирование интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, рационального использования органических и минеральных удобрений, а еще больше возрастает необходимость перехода к биологизированному и энергосберегающему земледелию [10, 11, 12].

Севооборот является неременным условием правильного ведения земледелия. Это важнейшее агротехническое и организационно-экономическое средство в хозяйстве [13, 14].

В современных условиях высокая эффективность севооборотов не вызывает никакого сомнения; ведение земледелия без севооборотов — невозможно.

Цель работы — оптимизировать схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания, которые должны обеспечить:

- производство достаточного количества высококачественной продукции при наименьших затратах труда и средств;
- интенсивное использование пашни для получения с одной и той же площади 2–3 урожаев в год;
- расширенное воспроизводство плодородия почв, биологизацию земледелия;
- повышение экономической и энергетической продуктивности пашни.

Материал и методы исследования / Materials and method

Степная зона занимающая площадь до 90,7 тыс. га, охватывает Моздокский административный район и расположена в пределах высот 150–250 м над уровнем моря с общим наклоном с юга на север. Равнинность рельефа местами нарушается древними и современными террасами р. Терек.

Климат в зоне умеренно континентальный жаркий. Осадки выпадают неравномерно и не обеспечивают оптимального водного режима для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. По данным Гидрометцентра РФ, среднегодовое количество осадков в зоне 463 мм. Из них на вегетационный период приходится 318 мм. Больше осадков выпадает

летом (153 мм), меньше — зимой (79 мм). Сумма эффективных температур за год составляет 3980 °С.

Почвы представлены предкавказскими мощными и средней мощности карбонатными и обыкновенными черноземами, переходящими на северо-востоке в каштановые почвы. Мощность гумусового горизонта — 60–100 см, содержание гумуса в пахотном горизонте — от 3 до 4,9%, реакция почвы — слабощелочная (рН в пределах 7,6–8,0). В этой зоне выделяются две подзоны: засушливая и умеренно засушливая.

Исследования проводились на основе научных принципов и подходов, изложенных в методических руководствах: «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005) [15], «Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия» (2010) [16], и «Методика оптимизации севооборотов и структуры использования пашни» (2004) [17].

Удельный вес сельскохозяйственных культур в структуре посевных площадей определяли расчетным методом по формуле 1:

$$S = P/Y, \quad (1)$$

где S — расчетная площадь посева, га; P — потребность продукта растениеводства, т; Y — планируемая урожайность культуры, т/га.

После этого рассчитывали структуру посевных площадей, приняв общую площадь пашни за 100%.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Установлено, что в степной зоне в структуре посевных площадей больший удельный вес в настоящее время занимают озимые зерновые культуры, на долю которых приходится более 50% пашни. Из яровых зерновых в основном возделывается более засухоустойчивая культура — просо. Основной технической культурой этой зоны является подсолнечник. Основным лимитирующим фактором здесь является влага. Орошение создает возможность для возделывания более влаголюбивых культур. В разработанной структуре на долю озимых зерновых культур должно приходиться 42%, кукурузы на зерно — 13%, проса — 1%, гороха — 3%, сои — 4%, подсолнечника — 8%, картофеля — 0,5%, кормовых корнеплодов — 1%, овощей — 3%, кукурузы на силос — 4%, однолетних трав — 1,5%, многолетних трав — 3%, озимого рапса — 7%, льна — 3%, горчицы — 2%, чистых паров — 4%.

В условиях степной зоны РСО — Алания на структуру посевных площадей в первую очередь влияют объемы производства растениеводческой продукции, которая приносит сельхозтоваропроизводителям основной доход и напрямую, без переработки, реализуется на рынке сбыта. Для возделывания сельскохозяйственных культур, дающих товарную продукцию, в хозяйствах отводят основную часть пашни в структуре посевных площадей.

В последние годы площадь зерновых культур в степной зоне увеличилась в среднем на 4,2%. Этот рост осуществляется за счет расширения посевов ведущей зерновой продовольственной культуры — озимой пшеницы, но сокращаются посевы яровых зерновых культур за счет уменьшения площадей, занятых ячменем, а также овсом и просом, что нельзя оценить положительно, особенно с точки зрения обеспечения животных сбалансированными кормами.

Анализ тенденций изменения структуры посевных площадей показывает, что очевидно стремление к рас-

ширению площади зерновых культур за счет увеличения озимых и сокращения на этой основе яровых. Несомненно, в качестве одного из основных аргументов в пользу такого изменения говорит разница в уровне их урожайности.

Наряду с этим за последние годы отмечаются положительные изменения в сторону увеличения площадей, занятых зернобобовыми культурами, их доля в структуре посевных площадей возросла на 1,4%. Зернобобовые культуры участвуют не только в решении проблемы увеличения производства белка в растениеводческой продукции, но прежде всего представляют большую ценность как предшественники озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур.

В структуре посевных площадей неуклонно возрастает удельный вес технических культур. Их доля возросла на 3,3%. В группе технических культур, несмотря на конъюнктурные соображения, площадь подсолнечника возросла не столь значительно, что хотя и не соответствует принятым научно обоснованным севооборотам, но не является критическим. Согласно существующим исследованиям и расчетам, доля подсолнечника не должна превышать 7–8,5% в разработанных севооборотах.

Вместе с тем в качестве позитивного фактора следует оценить расширение посевов сои, горчицы, рапса, льна, что продиктовано как необходимостью обеспечения озимой пшеницы хорошими предшественниками, так и решением задач производства масличных культур, развития животноводства, сохранения и восстановления плодородия почв.

В условиях степной зоны сократились площади под овощами и бахчевыми, что связано с сокращением площадей и качества орошаемых земель, а также низким уровнем цен, не позволяющим окупить значительно возрастающие затраты.

Особую тревогу вызывает систематическое снижение площади посевов многолетних трав, значение которых как предшественников трудно переоценить. Это связано с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность и качество последующих культур, продуктивность севооборота. За последние годы площадь посева многолетних трав уменьшилась на 6,3%. Они также имеют большое экономическое значение, поскольку выполняют первостепенную по сравнению со всеми другими культурами почвозащитную роль. После многолетних трав почва имеет повышенное содержание водопрочных структурных агрегатов, надежно противостоящих эрозии.

Структура посевных площадей является динамичным элементом системы земледелия, находится в постоянном развитии. При разработке структуры посевных площадей вступают в противоречие конъюнктурные интересы производителей сельскохозяйственной продукции и необходимость сохранения и повышения плодородия почвы. В настоящее время рынок в большей мере влияет на соотношение групп сельскохозяйственных культур, чем интересы сохранения плодородия почв.

Для степной зоны РСО — Алания большую актуальность имеют чистые пары, входящие в структуру пашни. Они выполняют важные агротехнические функции, среди которых первостепенной является накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги. Площади под чистым паром в зоне в последние годы сократились полностью и данный факт необходимо учесть при оптимизации путей эффективного использования пашни.

Важнейшим и объективным условием создания рациональной структуры посевных площадей является ее соответствие общественным потребностям в растениеводческих продуктах. К растениеводческой продукции относятся и корма, а следовательно, проектируемая структура посевных площадей должна отвечать и задаче производства определенных видов необходимой продукции животноводства. Оптимизация любой структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур предполагает прежде всего определение стратегических и теоретических аспектов совершенствования структуры использования пашни.

При разработке научнопробел вместо дефиса обоснованной структуры посевных площадей необходимо:

- создавать условия для сохранения и повышения плодородия почв, улучшения фитосанитарного состояния агроценозов;

- размещать сельскохозяйственные культуры в научно обоснованных полевых, кормовых и специальных севооборотах;

- развивать животноводство на основе оптимизации площади и структуры зернофуражных, кормовых культур, и особенно многолетних трав, обеспечивающих повышение питательной ценности кормов и имеющих экологическое значение.

На основе предлагаемой структуры посевных для данной подзоны нами оптимизированы схемы севооборотов на основе следующих принципов:

- системного подхода — при размещении культур по лучшим предшественникам необходимо учитывать систему обработки почвы, систему удобрений размещаемых культур, систему защиты от сорняков, вредителей и болезней;

- ландшафтного подхода — расположение полей и севооборота должно соответствовать почвенному покрову, рельефу и климатическим условиям;

- плодосменности — при чередовании культур необходимо учитывать их биологию, влияние на плодородие почвы и технологию возделывания.

Возможные варианты полевых севооборотов:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Чистый пар | 1. Чистый пар |
| 2. Озимая пшеница | 2. Озимая пшеница |
| 3. Озимая пшеница | 3. Озимый рапс |
| 0. Пожнивные (суданская трава) | 4. Однолетние травы |
| 4. Горох | 5. Озимая пшеница |
| 5. Озимая пшеница | 0. Озимые промежуточные |
| 0. Озимые промежуточные | 6. Кукуруза + подсолнечник на силос |
| 6. Просо/суданская трава | 7. Озимый ячмень |
| 0. Озимые промежуточные | 0. Пожнивные (яровой рапс) |
| 7. Кукуруза на силос | 8. Горох |
| 8. Озимый ячмень | 9. Озимая пшеница |

Такое чередование культур в разработанных севооборотах позволит обеспечить наиболее рациональное использование запасов питательных веществ и влаги в почве, севообороты будут способствовать поддержанию почвенного плодородия на высоком уровне. В севооборотах присутствуют чистые пары, а также промежуточные посевы, которые позволяют максимально использовать энергетические факторы жизни растений, обеспечивают получение дополнительной продукции, защищают почву от эрозии и перегрева, снижают отри-

цательные последствия повторных посевов, позволяют эффективно использовать атмосферные осадки. В разработанных нами севооборотах коэффициент использования пашни (КИП) повышается на 30–40%.

Возможные варианты севооборотов для богарных условий умеренно засушливой подзоны (степной зоны) Моздокского административного района следующие:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Пар эспарцетовый | 1. Однолетние травы |
| 2. Озимая пшеница | 2. Озимая пшеница |
| 3. Озимая пшеница | 3. Озимая пшеница |
| 0. Озимые промежуточные | 0. Пожнивные |
| 4. Кукуруза на силос | 4. Горох |
| 5. Озимый ячмень | 5. Озимая пшеница |
| 0. Пожнивные | 6. Озимая пшеница/
озимый ячмень |
| 6. Подсолнечник | 0. Озимые
промежуточные |
| 7. Горох | 7. Кукуруза на силос |
| 8. Озимая пшеница/
озимый ячмень | 8. Озимый ячмень |
| | 0. Пожнивные |
| | 9. Подсолнечник |

Установлено, что в данной подзоне возможна замена чистых паров занятыми, которые служат прекрасным предшественником для озимых культур. В качестве парозанимающих культур мы предлагаем использовать эспарцет, горох и горохо-овсяную смесь. Эти посевы характеризуются коротким вегетационным периодом, сохраняют влагу в верхних слоях почвы, угнетают сорные растения, а за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями накапливают биологический азот в почве.

Возможные варианты севооборотов на темно-каштановых почвах при орошении:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Люцерна | 1. Люцерна
(вывод. клин) |
| 2. Люцерна | 2. Озимая пшеница |
| 3. Озимая пшеница | 0. Озимые
промежуточные |
| 4. Озимая пшеница | 3. Кукуруза на зерно |
| 0. Пожнивные | 4. Озимый ячмень |
| 5. Кукуруза на зерно | 0. Пожнивные |
| 0. Озимые промежуточные | 5. Соя |
| 6. Кукуруза на силос | 6. Озимая пшеница |
| 7. Озимая пшеница | 0. Озимые
промежуточные |
| 0. Пожнивные | 7. Кукуруза на зерно |
| 8. Подсолнечник | 8. Озимая пшеница |
| 9. Озимый ячмень + люцерна | 0. Пожнивные |

Овощные севообороты:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Зеленый горошек | 1. Люцерна |
| 2. Томаты | 2. Капуста |
| 0. Ранневесенние | 3. Томаты |
| 3. Огурцы/лук | 4. Лук |
| 0. Озимые (сидерат) | 0. Ранневесенние |
| 4. Перец сладкий/перец горький | 5. Перец/томаты |
| 5. Столовая свекла/картофель | 6. Огурцы/кабачки |
| 6. Томаты | |

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

Кормовые севообороты:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| 1. Многолетние травы | 1. Однолетние травы
(вывод. клин) |
| 2. Кукуруза на силос | 2. Озимый ячмень |
| 3. Озимый ячмень | 0. Пожнивные |
| 0. Озимые промежуточные | 3. Соя |
| 4. Кукуруза на зерно | 0. Озимые
промежуточные |
| 0. Ранневесенние | 4. Кукуруза на силос |
| 5. Кукуруза на силос | 5. Кукуруза на зерно |

Севообороты на орошаемых землях должны иметь существенные отличия от разработанных для богарных. Подбор культур и их соотношение необходимо увязывать с равномерным и полным использованием оросительной воды, с водообеспеченностью орошаемой площади. При проектировании севооборотов на этих землях необходимо уделять особое внимание размеру полей, их конфигурации, рельефу орошаемого участка и т.д. В предлагаемых севооборотах кукурузу на зерно и силос разместили после озимых зерновых, овощи и озимые зерновые — по пласту и обороту пласта многолетних трав, зернобобовым и кукурузе на силос. Из многолетних трав наибольшее применение в севооборотах находит люцерна. Ее достоинством является то, что она обеспечивает зеленую массу в течение всего летнего периода, быстро отрастает после укосов, дает возможность своевременно подготовить почву, хорошо отзываясь на поливы и удобрения.

Предлагаемые севообороты направлены на максимально возможное использование вегетационного периода, что достигается за счет внедрения в них промежуточных посевов, позволяющих получать 2–3 урожая в год с одной и той же площади.

За счет уплотнения севооборотов озимыми ранневесенними и пожнивными промежуточными посевами продлевается поступление зеленой массы, повышается продуктивность севооборота, снижается ее себестоимость и повышается производительность труда.

Агротехническое значение промежуточных посевов заключается в обогащении почвы органическими веществами за счет корневых и пожнивных остатков; предохранении ее от перегрева и эрозии; повышении эффективности использования атмосферных осадков и КПД оросительных систем.

При использовании промежуточных посевов в качестве зеленого удобрения повышается биологическая активность почвы, улучшаются агрофизические и агрохимические показатели плодородия.

Выводы / Conclusion

На основе усовершенствованной структуры посевных площадей разработаны полевые (травопольные и зернопропашные), кормовые и овощные севообороты с использованием промежуточных культур на 30–50% пашни, что увеличит выход кормовых единиц с 1 га на 15–25%.

Оптимизированные схемы севооборотов для степной зоны РСО — Алания обеспечивают повышение продуктивности пашни на 12–15% и расширенное воспроизводство почвенного плодородия.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трухачев В.И., Пенчук В.М. Системы земледелия Ставрополя и их совершенствование. *Вестник АПК Ставрополя*. 2015. 2. С. 4-8.
2. Тугуз Р.К., Мамсиров Н.И. Агроэкологическая оценка земель Республики Адыгея. *Земледелие*. 2012. 3. С. 31-33.
3. Abaev A.A., Mamiev D.M., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Effectiveness of grassland crop rotation in the submontane area of the republic of North Ossetia Alania. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. *Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation*, 2021. С. 12198.
4. Мамиев Д.М. Эффективность травопольного севооборота в предгорной зоне РСО - Алалия. *Аграрная наука*. 2021. 10. С. 80-83.
5. Мельцаев И.Г., Вихорева Г.В. Севооборот - фактор повышения плодородия почвы и продуктивности агрокультур в Верхневолжье. *Владимирский земледелец*. 2020. 2 (92). С. 13-18.
6. Novikov A.A. The crops influence on the nutrients content in the soil dynamics in the crop rotation links. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3. Ser. "Mathematical Modeling of Technical and Economic Systems in Agriculture III-2020" 2021. С. 012005.
7. He D.C., Ma Y.L., Li Z.Z., Cheng Z.B., Zhong C.S., Zhan J. Crop rotation enhances agricultural sustainability: from an empirical evaluation of eco-economic benefits in rice production. *Agriculture*. 2021. 11. (2), С. 91.
8. Бресь И.С., Прозоров В.И., Жабоедов В.А. Повышение эффективности севооборотов. *Сельский механизатор*. 2019. 7. С. 16-17.
9. Винокуров И.Ю., Ильин Л.И., Коновалова Л.К., Чернов О.С., Корчагин А.А. Эффективность севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на почвах Владимирского ополья. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. (10). С. 54-56.
10. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А. Влияние ландшафтных условий на эффективность точной системы удобрения в звене полевого севооборота. *Агрохимия*. 2020. 2. С. 69-76.
11. Карабутов А.П., Соловichenko В.Д., Никитин В.В., Навольнева Е.В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов. *Земледелие*. 2019. 2. С. 3-8.
12. Куликова Е.Г. Динамика структуры посевных площадей пензенской области в продовольственной безопасности региона. *Продовольственная политика и безопасность*. 2019. 6. (4). С. 231-238.
13. Бакулина Г.Н., Поляков М.В., Мартынушкин А.Б., Меньшова Е.В., Федоскин В.В. Совершенствование структуры сельскохозяйственных угодий и посевных площадей. В сборнике: *Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. материалы V Международной научно-практической конференции. Рязань*, 2021. С. 19-22.
14. Акименко А.С. Формирование севооборотов и структуры посевных площадей для получения заданного количества продукции с учетом природно-ресурсного потенциала. *Земледелие*. 2020. 4. С. 19-21.
15. Иванов А.Л., Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. М.: *Росинформагротех*. 2005. 794 с.
16. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Акименко А.С. и др. Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия. – М.: *Россельхозакадемия*. 2010. 85 с.
17. Черкасов Г.Н., Акименко А.С. и др. Методика оптимизации севооборотов и структуры использования пашни. Москва. 2004. 76 с.

ОБ АВТОРЕ:

Дмитрий Маирбекович Мамиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», РСО-Алалия, с. Михайловское, ул. Вильямса 1, 363110, Российская Федерация
E-mail: d.mamiev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

REFERENCES

1. Trukhachev V.I., Penchukov V.M. Farming systems of the Stavropol region and their improvement. *Bulletin of the AIC of Stavropol*. 2015. 2. P. 4-8. (In Russian.)
2. Tuguz R.K., Mamsirov N.I. Agroecological assessment of the lands of the Republic of Adygea. *Agriculture*. 2012. 3. p. 31-33. (In Russian.)
3. Abaev A.A., Mamiev D.M., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Effectiveness of grassland crop rotation in the submontane area of the republic of North Ossetia Alania. In the collection: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation*, 2021, p. 12198.
4. Mamiev D.M. Efficiency of grass-field crop rotation in the foothill zone of North Ossetia - Alania. *Agricultural science*. 2021. 10. p. 80-83. (In Russian.)
5. Meltsaev I.G., Vikhoreva G.V. Crop rotation is a factor in increasing soil fertility and agricultural productivity in the Upper Volga region. *Vladimir farmer*. 2020. 2 (92). pp. 13-18. (In Russian.)
6. Novikov A.A. The crops influence on the nutrients content in the soil dynamics in the crop rotation links. In the collection: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 3. Ser. "Mathematical Modeling of Technical and Economic Systems in Agriculture III-2020"* 2021. P. 012005.
7. He D.C., Ma Y.L., Li Z.Z., Cheng Z.B., Zhong C.S., Zhan J. Crop rotation enhances agricultural sustainability: from an empirical evaluation of eco-economic benefits in rice production. *Agriculture*. 2021. V. 11. (2). p. 91.
8. Bres I.S., Prozorov V.I., Zhaboedov V.A. Increasing the efficiency of crop rotations. *Rural mechanic*. 2019. 7. P. 16-17. (In Russian.)
9. Vinokurov I.Yu., Ilyin L.I., Konovalova L.K., Chernov O.S., Korchagin A.A. Efficiency of crop rotations in adaptive-landscape farming systems on the soils of the Vladimir opolye. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2018. 32. (10). P. 54-56. (In Russian.)
10. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A., Tsyganova N.A. Influence of landscape conditions on the efficiency of an accurate fertilizer system in the link of a field crop rotation. *Agrochemistry*. 2020. No. 2. P. 69-76. (In Russian.)
11. Karabutov A.P., Solovichenko V.D., Nikitin V.V., Navolneva E.V. Reproduction of soil fertility, productivity and energy efficiency of crop rotations. *Agriculture*. 2019. 2. P. 3-8. (In Russian.)
12. Kulikova E.G. Dynamics of the structure of sown areas of the Penza region in the food security of the region. *Food policy and security*. 2019. 6. (4). P. 231-238. (In Russian.)
13. Bakulina G.N., Polyakov M.V., Martynushkin A.B., Menshova E.V., Fedoskin V.V. Improving the structure of agricultural land and sown areas. In the collection: *Ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of modern agricultural technologies. materials of the V International Scientific and Practical Conference. Ryazan*, 2021, pp. 19-22. (In Russian.)
14. Akimenko A.S. Formation of crop rotations and the structure of sown areas to obtain a given amount of products, taking into account the natural resource potential. *Agriculture*. 2020. 4. P. 19-21. (In Russian.)
15. Ivanov A.L., Kiryushin V.I. Agro-ecological assessment of lands, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agricultural technologies. Moscow: *Rosinformagrotech*. 2005. 794 p. (In Russian.)
16. Cherkasov G.N., Masyutenko N.P., Akimenko A.S. Methods of designing the basic elements of the adaptive-landscape system of agriculture – M.: *Russian Agricultural Academy*. 2010 - 85 p. (In Russian.)
17. Cherkasov G.N., Akimenko A.S. Methodology for optimizing crop rotations and the structure of arable land use. Moscow. 2004. 76p. (In Russian.)

ABOUT THE AUTHOR:

Dmitry Mairbekovich Mamiev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Adaptive Landscape Agriculture Department of the North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture - Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Center "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", RSO-Alania, Mikhailovskoye village, Williams str. 1, 363110 Russian Federation
E-mail: d.mamiev@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6057-3511>

УДК 631.86:631.452

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83

А.Б. Тиранов, ✉
А.В. Григорьев*Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук – филиал Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского федерального**исследовательского центра Российской академии наук, п/о Борки, Новгородская обл., Российская Федерация*

✉ zevs1947@yandex.ru

Поступила в редакцию:
05.04.2022Одобрена после рецензирования:
26.08.2022Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83

Alexander. B. Tiranov, ✉
Alexander V. Grigoriev*Novgorod Research Institute of Agriculture – branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Boriki village, Novgorod region, Russian Federation*

✉ zevs1947@yandex.ru

Received by the editorial office:
05.04.2022Accepted in revised:
26.08.2022Accepted for publication:
16.09.2022

Влияние биологических приёмов в звене кормового севооборота на продуктивность и плодородие почвы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Новые биоудобрения Азотовит и Фосфатовит не загрязняют почву и дают существенную экономию при комбинированном внесении традиционными удобрениями веществами. Исследования по применению Азотовита и Фосфатовита в условиях Новгородской области на дерново-подзолистой почве в улучшенных кормовых севооборотах ранее не проводились, поэтому исследования по изучению влияния Азотовита и «Фосфатовита совместно с минеральными удобрениями в улучшенных севооборотах является актуальным.

Методы. Представлены результаты исследований двухфакторного полевого опыта, проведенного в 2019–2021 гг. на дерново-подзолистой почве в условиях Новгородской области, по изучению влияния на урожайность и питательность кормовых культур трёх способов использования Азотовита (А) и Фосфатовита (Ф) — фактора Н— и минеральных удобрений в полных дозах под запрограммированный урожай (фон 1) и в дозах, уменьшенных на 50% (фон 2) (фактор В) в звене кормового севооборота: яровой рапс на сидерат; озимая рожь и яровой ячмень на зерно. Использование пожнивно-корневых остатков, сидератов и соломы зерновых служит основой, обеспечивающей повышение плодородия почв.

Результаты. Установили, что внесение полного минерального удобрения в расчёте на планируемый урожай, двукратное использование Азотовита и Фосфатовита в технологических операциях — протравливание семенного материала (по 2 л/т каждого препарата) и некорневое опрыскивание растений в период до 30 см (по 1 л/га каждого препарата) — обеспечило высокую продуктивность сидерата (38,2 т/га), зерна озимой ржи (7,1 т/га) и ярового ячменя (4,1 т/га); получено опережающее протеина 0,65 и 0,34 т/га, при этом низкая энергоёмкость производства зерновых (менее 3,0 ГДж/т) сочетается с высокой энергетической эффективностью производства — 5,8 единиц. Использование сидерата и соломы зерновых в качестве органических удобрений позволило повысить плодородие почвы в среднем за звено севооборота по всем вариантам опыта более чем на 47 ГДж/га.

Ключевые слова: звено севооборота, Азотовит, Фосфатовит, солома, сидерат, урожайность, плодородие почвы, энергоёмкость

Для цитирования: Тиранов А.Б., Григорьев А.В. Влияние биологических приёмов в звене кормового севооборота на продуктивность и плодородие почвы. *Аграрная наука*. 2022; 362 (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83>

© Тиранов А.Б., Григорьев А.В.

The influence of biological techniques in the feed crop rotation link on soil productivity and fertility

ABSTRACT

Relevance. New fertilizers Azotovite and Phosphatovite do not pollute the soil and provide significant savings when applying in combination with traditional fertilizers. Studies on the use of Azotovite and Phosphatovite in the conditions of the Novgorod region on sod-podzolic soil in improved fodder crop rotations have not yet been conducted, therefore research on the influence of Azotovite and Phosphatovite together with mineral fertilizers in improved crop rotations is relevant.

Methods. The results of studies of two-factor field experiment, carried out in 2019–2021 on sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region, are presented to study the influence on the yield and nutritional value of forage crops of three methods of using Azotovite (A) and Phosphatovite (P) — factor H— and mineral fertilizers in full dosages for a programmed yield (background 1) and in dosages, reduced by 50% (background 2) (factor B) in the feed crop rotation link: spring rapeseed for siderate; winter rye and spring barley for grain. The use of crop-root residues, siderates and grain straw serves as a basis for increasing soil fertility.

Results. It was established that the introduction of a complete mineral fertilizer based on the planned harvest, the double use of Azotovite and Phosphatovite in technological operations — etching of seed material (by 2 l/t of each preparation) and non-root spraying of plants in the period up to 30 cm (by 1 l/ha of each preparation) — provided high productivity of siderate (38.2 t/ha), grain of winter rye (7.1 t/ha) and spring barley (4.1 t/ha); digestible protein amount 0.65 and 0.34 t/ha was obtained, low energy intensity of grain production (less than 3.0 GJ/t) is combined with high energy efficiency of production — 5.8 units. The use of siderate and grain straw as organic fertilizers allowed to increase soil fertility on average per crop rotation link for all variants of the experiment by more than 47 GJ/ha.

Key words: crop rotation link, Azotovite, Phosphatovite, straw, siderate, yield, soil fertility, energy intensity

For citation: Tiranov A.B., Grigoriev A.V. The influence of biological techniques in the feed crop rotation link on soil productivity and fertility. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-79-83> (In Russian).

© Tiranov A.B., Grigoriev A.V.

Введение / Introduction

В настоящее время микробиологическим удобрениям принадлежит особая роль в биологизации земледелия. Они обогащают почву биологическим азотом, активизируют процессы разложения труднорастворимых фосфорорганических и калийсодержащих соединений в почве, повышают усвояемость минеральных удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур. Исследования с микробиологическими удобрениями проводились в различных регионах РФ и они показали высокую эффективность [1–7].

Компания «Промышленные инновации» является одним из отечественных разработчиков и производителей удобрений нового поколения Азотовит и Фосфатовит. Микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит высокотехнологичны, устойчивы к агрессивному воздействию компонентов баковой смеси. Совместное применение минеральных удобрений с микробиологическими удобрениями и в баковых смесях, а также низкие цены на биопрепараты позволяют добиться высокой экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

В Новгородской области на дерново-подзолистых почвах (83% от площади пашни) с 2019 г. проводятся исследования по влиянию микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита в комбинации с минеральными удобрениями на урожайность сельскохозяйственных культур в улучшенных кормовых севооборотах [7, 8].

Цель исследований — и изучить влияние комплексного использования новых микробиологических удобрений и полных доз минеральных удобрений, а также альтернативных органических удобрений на продуктивность звена улучшенного кормового севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в 2019–2021 гг. в двухфакторном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в звене севооборота с содержанием подвижного фосфора 245–260 мг/кг, обменного калия — 2 35–250 мг/кг (по Кирсанову), гумуса — 2,9–3,2% (по Тюрину), и $pH_{\text{сол}}$ — 5,9. Чередуемость культур в звене кормового севооборота: яровой рапс на сидерат; озимая рожь на зерно; яровой ячмень на зерно.

В опыте изучали следующие факторы.

Фактор В — минеральное удобрение под прогнозируемый урожай: V_1 — полныерасчётные дозы под урожай: сидерата (ярового рапса) — 25 т/га $N_{98}P_{96}K_{110}$, зерна озимой ржи — 3,5 т/га $N_{25}P_0K_8$, ячменя на зерно — 3,0 т/га $N_{40}P_5K_8$; V_2 — дозы минеральных удобрений под урожай культур — 1/2 от значений V_1 .

Фактор Н — способы применения микробиологических удобрений Азотовита и Фосфатовита: H_0 — контроль без Азотовита и Фосфатовита; H_1 — обработка семенного материала перед посевом (А + Ф по 2 л/т каждого препарата); H_2 — некорневая обработка посевов при высоте растений до 30 см (А + Ф по 1 л/га каждого препарата); H_3 — сочетание H_1 + H_2 .

Схема опыта 2×4: 1) V_1 — фон 1; 2) фон 1 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 3) фон 1 + некорневая (нек.) обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 4) фон 1+ обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + нек. обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 5) V_2 — фон 2; 6) фон 2 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т); 7) фон 2 + нек. обр. А (1,0 л/га) + Ф (1 л/га); 8)

фон 2 + обр. семян: А (2,0 л/т) + Ф (2,0 л/т) + нек. обр. А (1,0/га) + Ф (1 л/га).

Опыт закладывали в севообороте с последовательным введением одной культуры в трёхкратной повторности с размером делянок 100 м². Размещение делянок рендомизированное. Делянки делили пополам, площадь учётной делянки по факторам В и Н — 25 м². На одной половине делянки высевали семена исследуемых культур, обработанные только фунгицидом, на другой части делянки перед посевом семена обрабатывали в баковой смеси: протравитель + микробиологические удобрения (по 2 л/т каждого препарата). Посев возделываемых культур проводили в оптимальные сроки с нормами посева: рапс на сидерат с. Оредеж — 2–3 млн штук всхожих семян на гектар; озимую рожь с. Волхова, яровой ячмень с. Суздавец — 5,5 млн шт. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения рассчитывали на планируемую урожайность балансовым методом с учётом доступных макроэлементов в почве и используемых органических удобрений (сидерата и соломы зерновых) [9]. По данным Новгородского НИИСХ, с 1 т урожая зерна с учётом побочной продукции при выращивании озимой ржи выносятся 20 кг азота, ячменя — 19 кг; азот является лимитирующим фактором при возделывании зерновых. При урожайности 3,5 т/га зерна озимой ржи необходимо внести азота 70 кг/га в д.в., включая содержание азота в пахотном слое почвы зелёной массы рапса, запаханного в почву, в которой в среднем содержалось 87 кг/га азота (коэффициент использования азота из сидерата в первый год — 50%) [10]. В фазу кущения зерновых культур и в фазы роста растений рапса листообразование — стебление проводили некорневую обработку посевов микробиологическими удобрениями (варианты 3, 4, 7, 8) — А (1 л/га) + Ф (1 л/га) штанговым опрыскивателем ОПШ-16 с расходом воды 200 л/га. Использовали для протравливания семян рапса и зерновых фунгицид Витавакс 200, СП (375 + 375 г/кг) по 3 кг/т (10 л/т рабочего раствора). Для борьбы с двудольными сорняками в посевах зерновых применяли гербицид Агритокс, ВК (500 г/л) — 1,2 л/га.

Яровой рапс (сидерат) скашивали в фазу полного цветения, затем измельчали дисковой бороной с одновременной заделкой в почву на глубину до 12 см. В зелёной массе сидерата высокое содержание азота (1,9% в расчёте на воздушно-сухое вещество) и узкое соотношение С:N. Солому использовали как альтернативу традиционным органическим удобрениям. Это хороший питательный субстрат для почвенной микрофлоры, и её положительное влияние проявляется и на последующей культуре севооборота [11]. Её измельчали непосредственно при обмолаоте зерна комбайном. После разбрасывания соломы вносили азотные удобрения в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы и поле обрабатывали тяжёлой дисковой бороной на глубину 10–12 см.

В периоды роста и развития ярового рапса, озимой ржи и ярового ячменя погодные условия сложились вполне благоприятные. В 2019 г. гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) [12] в мае и июне в среднем составил 1,7 и 1,3 единицы, что положительно повлияло на урожай зелёной массы рапса. Продолжительность периода активной вегетации озимой ржи осенью составила 57 дней и фазы развития всходы — кущение были достаточно обеспечены влагой и теплом. ГТК за период с мая по июль 2020 г. равен 1,3 единицы, что положительно повлияло на урожай зерна озимой ржи.

Фазы развития ячменя всходы — кущение проходили при благоприятных погодных условиях, ГТК в этот пери-

од составил 1,7 единиц. Раннее и дружное появление всходов имело большое значение для формирования урожая ярового ячменя. В годы исследований средний ГТК за вегетацию равнялся 1,3; 1,3 и 1,4 ед.

Учёт урожая возделываемых культур проводили по пробным снопам: яровой рапс собирали в фазу полного цветения, зерновые — в фазу полной спелости зерна.

Результаты исследований обрабатывали дисперсионным [13] и ресурсно-экологическим методами [14].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Наибольшую урожайность возделываемых культур в звене сидерального севооборота получили в варианте 4 (сидерата 38,2 т/га, зерна оз. ржи — 7,1 т/га, и ячменя — 4,1 т/га) при использовании минеральных удобрений в расчёте на планируемую урожайность и двукратном применении Азотовита и Фосфатовита (таблица 1), что согласуется с результатами исследований [15–18].

Увеличение урожайности возделываемых культур при использовании микробиологических удобрений по отношению к фонам 1 и 2 было практически одинако-

вым: у ярового рапса оно составило 3,0–5,4 т/га, у зерновых — 0,4–1,4 т/га, и не зависело от вносимых доз минеральных удобрений.

Для развития отрасли животноводства в Новгородской области и повышения её эффективности необходимо повышать качество кормов, и прежде всего выход протеина с гектара [19]. При использовании в технологических операциях Азотовита и Фосфатовита однократно выход кормов по отношению к фонам 1 и 2 с гектара повысился на 0,5–0,8 т в вариантах 2–3 и 5–6, при двукратном применении — на 1,3 т в вариантах 4 и 8 (таблица 2). Наибольший выход переваримого протеина в одном килограмме зерна составил 74,9 г и получен при внесении под зерновые доз минеральных удобрений на программируемый урожай и двукратном применении в технологических операциях микробиологических удобрений.

Лучшие энергетические и экономические показатели при выращивании зерна озимой ржи и ярового ячменя в среднем за звено севооборота получили в варианте 4 при внесении минеральных удобрений с учётом планируемого урожая, обработке семян перед посевом микробиологическими удобрениями и некорневой обработке в фазу кущения. Продуктивность с га составила 5,6 т зерна при низкой удельной энергоёмкости производства основной продукции (2,8 ГДж/т) и высокой энергетической эффективности (5,8 ед.), рентабельности производства 163% и условно чистой прибыли 42 тыс. руб./га (в ценах 2019 г.).

В звене кормового севооборота первую культуру (яровой рапс) использовали как сидерат. При запаривании зелёной массы сидерата в почву поступило азота от 78 до 109 кг/га, P₂O — от 41 до 57 кг/га, K₂O — от 151 до 210 кг/га. Коэффициент использования азота из зелёного удобрения в первый год в 2 раза выше, чем из навоза, и составляет 50% [10]. Солому озимой ржи и ярового ячменя в звене севооборота использовали как альтернативу традиционным органическим удобрениям. По данным Новгородско-

Таблица 1. Урожайность культур в звене сидерального севооборота в зависимости от комплексного действия удобрений за 2019–2021 гг. (т с 1 га)

Table 1. Crop yield in the sidual crop rotation link depending on the complex effect of fertilizers for 2019–2021 (t per 1 ha)

№ варианта	Фактор В	Фактор Н	Урожайность		
			яровой рапс, сидерат	озимая рожь на зерно	ячмень на зерно
1	В ₁ N ₁ P ₁ K ₁ фон 1	H ₀	33,0	5,8	2,8
2		H ₁	36,1	6,3	3,2
3		H ₂	36,0	6,4	3,3
4		H ₃	38,2	7,1	4,1
5	В ₂ N ₂ P ₂ K ₂ фон 2	H ₀	27,4	5,0	2,1
6		H ₁	30,4	5,5	2,6
7		H ₂	31,0	5,8	2,7
8		H ₃	32,4	6,4	3,4
Фактор В НСР ₀₅			1,2	0,3	0,2
Фактор Н НСР ₀₅			1,3	0,4	0,2
НСР ₀₅ для сравнения частных средних			2,3	0,6	0,4

Таблица 2. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на кормовые качества и энерго-экономические показатели зерновых культур в среднем за 2020–2021 гг.

Table 2. Effect of microbiological and mineral fertilizers on feed qualities and energy-economic indicators of grain crops on average for 2020–2021

Вариант	Урожайность, т/га	Сухого вещества, т/га	Переваримого протеина, т/га	Энергоёмкость основной продукции, ГДж/т	Энергетическая эффективность, ед.	Рентабельность, %	Условно чистая прибыль*, тыс. руб./га
1	4,3	3,5	0,37	3,4	4,6	135	30
2	4,8	4,0	0,41	3,2	4,9	149	34
3	4,9	4,1	0,43	3,1	5,1	140	35
4	5,6	4,8	0,50	2,8	5,8	163	42
5	3,6	2,9	0,30	3,3	4,6	113	23
6	4,1	3,4	0,34	3,1	5,1	133	28
7	4,2	3,5	0,37	3,0	5,2	127	29
8	4,9	4,0	0,43	2,9	5,6	150	37

Примечание: * — в ценах 2019 г.

го НИИСХ, с 1 т соломы оз. ржи выносятся азота 4,3 кг, фосфорного ангидрида — 1,7 кг, окиси калия — 7,7 кг; с ячменной соломой — 4,1; 3,6; 8,1 кг/т соответственно.

Баланс гумуса почвы в среднем за звено севооборота по вариантам 1–8 положительный и составил: 65; 71; 69; 83; 47; 58; 62; 70 ГДж/га, что подтверждается проведенными исследованиями [20].

Выводы / Conclusion

Для повышения продуктивности зерновых культур и плодородия дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области в звене улучшенного кормового севооборота необходимо использовать в технологических операциях новые микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит двукратно (протравливать се-

менной материал перед посевом совместно с фунгицидом из расчета 2 л/т каждого препарата и проводить некорневую обработку посевов — зерновых в фазу кущения, ярового рапса — в фазы листообразование — стеблевание — из расчета 1 л/га каждого препарата). В качестве предшественника под зерновые следует использовать яровую рапс на сидерат, что увеличивает урожайность зерновых в среднем на 30%. Под возделываемые культуры необходимо вносить минеральные удобрения в расчете на планируемый урожай.

При использовании указанной технологии энергоёмкость производства 1 т зерновых составляет менее 3,0 ГДж, рентабельность производства — более 160%, плодородие почвы повышается в среднем за звено севооборота более чем на 80 ГДж/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. Резанова Г.И., Иванченко Т.В. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на развитие и продуктивность зерновых культур. // *Научно-аграрный журнал*. 2012; 1 (90): 15-21.
2. Чамурлиев Г.О., Фефилова Л.А. Влияние обработки почвы и бактериальных удобрений на продуктивность ярового ячменя. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Аграрная и животноводство*. 2018; 13 (2): 93-102.
3. Юдина И.Н., Попова Л.Д. Влияние бактериальных удобрений Азотовит и Фосфатовит на урожайность зерна ячменя в условиях Калужской области. *Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием*. Под редакцией В.Н. Мазурова. 2019: 208-211.
4. Плескачев Ю. Н., Роменская О. Н. Влияние микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит на продуктивность картофеля в Нижнем Поволжье. *Аграрный научный журнал*. 2018; 1: 24-26.
5. Тупицина В. В., Резанова В. И. Влияние баковых смесей современных препаратов на продуктивность и качество ярового ячменя. *Вестник Прикаспия*. 2016; 2 (13): 28-32.
6. Ivanova I., Ilina S., Dementiev D. Influence of microbiological preparations on spring wheat yield. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: *Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020: 52001.
7. Тиранова Л. В. Влияние способов применения Азотовита и Фосфатовита на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. *Плодородие*. 2021; 2 (119): 38-41.
8. Тиранов А.Б. Влияние микробиологических удобрений на урожайность ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. *Плодородие*. 2020; 2 (113): 43-46.
9. Гриценко В.В., Долгодворов В.Е. Основы программирования урожая сельскохозяйственных культур. М.: *Агропромиздат*; 1986: 28-30.
10. Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Еремеев Р.В. Эффективность сидеральных удобрений при возделывании озимой ржи. *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 3 (3): 31-35.
11. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – важный элемент интенсивных зональных систем земледелия. Аграрные основы специальных севооборотов. – М.: *ВО «Агропромиздат»*; 1986: 29-41.
12. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечернозёмная зона Европейской части РСФСР. / Под редакцией И.Г. Грингофа. Ленинград: *Гидрометеиздат*; 1986: 190-91.

REFERENCES

1. Rezanova G.I., Ivanchenko T.V. Influence of microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on the development and productivity of grain crops. *Scientific and Agronomic Journal*. 2012; 1 (90): 15-21. (In Russian).
2. Chmurliiev G.O., Feofilova L.A. The effect of tillage and bacterial fertilizers on the productivity of spring barley. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2018; 13 (2): 93-102. (In Russian).
3. Yudin I.N., Popova L.D. The effect of bacterial fertilizers Azotovite and Phosphatovite on the yield of barley grain in the Kaluga region. *Collection of scientific papers based on the materials of a scientific and practical conference with international participation*. Edited by V.N. Mazurov. 2019: 208-211. (In Russian).
4. Pleskachev YU. N., Romenskaya O. N. Influence of microbiological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on potato productivity in the Lower Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2018; 1: 24-26. (In Russian).
5. Tupicina V. V., Rezanova V. I. Influence of tank mixtures of modern preparations on productivity and quality of spring barley. *Bulletin of the Caspian Sea*. 2016; 2(13): 28-32. (In Russian).
6. Ivanova I., Ilina S., Dementiev D. Influence of microbiological preparations on spring wheat yield. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: *Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020: 52001.
7. Tiranova L. V. Influence of methods of application of Azotovite and Phosphatovite on the yield of winter rye and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. *Fertility*, 2021; 2 (119): 38-41. (In Russian).
8. Tiranov A.B. The influence of microbiological fertilizers on the yield of spring rapeseed and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. *Fertility*, 2020; 2 (113): 43-46. (In Russian)
9. Gricenko V.V., Dolgodvorov V.E. Fundamentals of crop yield programming. Moscow: *Agropromizdat*; 1986: 28-30. (In Russian).
10. Novoselov S.I., Tolmachev N.I., Eremeev R.V. The effectiveness of sideral fertilizers in the cultivation of winter rye. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. 2017; 3 (3): 31-35. (In Russian)
11. Loshakov V.G. Intermediate crops – an important element of intensive zonal farming systems / Agronomic foundations of special crop rotations. – М.: *VO «Agropromizdat»*; 1986: 29-41. (In Russian).
12. Agronomist's Handbook of Agricultural Meteorology. Non-chernozem zone of the European part of the RSFSR. / Edited by I.G. Gringofa. Leningrad: *Hydrometeoizdat*; 1986: 190-91. (In Russian).

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и допол., стереотип. изд. М.: Альянс. 2014. 351 с.
14. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе. РАСХН. Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. Курск: Изд. центр «ЮМЭКС». 1999. 48 с.
15. Ващенко А. В., Каменев Р. А., Солодовников А. П. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на чернозёме обыкновенном. *Аграрный научный журнал*. 2020; 1: 4-8.
16. Tiranov A.B., Tiranova L.V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch oats. In the collection: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"* 2020: 012149.
17. Менкина Е.А. Влияние последействия разных доз минеральных удобрений на численность эколого-трофических групп микроорганизмов. *Аграрная наука*. 2021; 3: 95-97.
18. Семинченко Е.В. Урожайность севооборотов в зависимости от приемов биологизации. *Аграрная наука*. 2021; 1: 121-124.
19. Будилов А. П. Возделывание зерновых и зернобобовых культур на корм и зернофураж в Оренбургской области. *Вестник мясного скотоводства*. 2013; 2 (80): 108-115.
20. Тиранова Л. В. Влияние микробиологических и минеральных удобрений на качество кормов и плодородие почвы в Новгородской области. *Плодородие*. 2022; 2: 26-29.
13. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., reprint. and add., stereotype. ed. M.: Alliance. 2014. 351 p. (In Russian).
14. Methodology of resource and environmental assessment of the efficiency of agriculture on a bioenergy basis. RASKHN. All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion. Izd. centr «YUMÉKS». 1999. 48 p. (In Russian).
15. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P. Application of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 1: 4-8. (In Russian).
16. Tiranov A.B., Tiranova L.V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch oats. In the collection: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"* 2020: 012149.
17. Men'kina E.A. The effect of the aftereffect of different doses of mineral fertilizers on the number of ecological and trophic groups of microorganisms. *Agrarian Science*. 2021; 3: 95-97. (In Russian).
18. Seminchenko E.V. Crop rotation productivity depending on biologization techniques. // *Agricultural science*. 2021; 1: 121-124. (In Russian).
19. Budilov A. P. Cultivation of grain and leguminous crops for fodder and grain fodder in the Orenburg region. *Vestnik myasnogo skotovodstva*. 2013; 2 (80): 108-115. (In Russian).
20. Tiranova L. V. Influence of microbiological and mineral fertilizers on feed quality and soil fertility in the Novgorod region. *Fertility*. 2022; 2: 26-29. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Александр Борисович Тиранов, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и земледелия Новгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, д. 2, ул. Парковая, д. Борки, Новгородский р-он, Новгородская обл., 173516, Российская Федерация
E-mail: zevs1947@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Александр Владимирович Григорьев, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и земледелия Новгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиал Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, д. 2, ул. Парковая, д. Борки, Новгородский р-он, Новгородская обл., 173516, Российская Федерация
E-mail: sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Borisovich Tyranov, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Agrochemistry and Agriculture of the Novgorod Research Institute of Agriculture – Branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2, Parkovaya str., Borki Village, Novgorodsky District, Novgorod Region, 173516, Russian Federation
E-mail: zevs1947@yandex.ru
<https://orcid.org/000-0003-0277-3771>

Alexander Vladimirovich Grigoriev, Senior Researcher at the Laboratory of Agrochemistry and Agriculture of the Novgorod Research Institute of Agriculture – Branch of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2, Parkovaya str., Borki Village, Novgorodsky District, Novgorod Region, 173516, Russian Federation
E-mail: sashagr0003@mail.ru
<https://orcid.org/000-0002-6093-0045>



**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка
оборудования и технологий добычи,
разведения и переработки рыбы
и морепродуктов

11-13 апреля 2023
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru



С.М. Сычёв, ✉
А.О. Храмченкова,
А.А. Кузьмицкая,
О.Н. Коростелева,
А.А. Полухин

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ sichev_65@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022



Sergey M. Sychev,
Alevtina O. Khranchenkova,
Anna A. Kuzmitskaya,
Olga N. Korosteleva,
Andrey A. Polukhin

Bryansk State Agrarian University, p. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ sichev_65@mail.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Аграрный сектор, в том числе и агропромышленный комплекс, функционируют в настоящее время в непростых социально-экономических и геополитических условиях. Аграрному сектору экономики Брянской области принадлежит ключевая роль в процессе развития экономики региона. В данной статье решается проблема, связанная с определением возможностей и выявлением приоритетных направлений развития регионального АПК в условиях инновационно-цифрового развития экономики.

Методы. В работе использован широкий спектр аналитических методов: системного анализа, программноцелевой и проектный, статистический метод, прогнозный метод. Применение совокупности научных подходов, таких как: системного, междисциплинарного, комплексного, а также ретроспективного и эволюционного позволили выполнить исследование возможностей и приоритетов развития АПК региона.

Результаты. В статье проведен анализ современного состояния агропромышленного комплекса региона, выявлены возможности и определены приоритеты развития важнейших отраслей АПК Брянской области. В результате исследования установлено, что экономический и ресурсный потенциалы АПК региона способствуют развитию эффективного сельскохозяйственного производства. Государственная поддержка и программы по развитию АПК позволили региону стать конкурентоспособным лидером по ряду позиций в Российской Федерации. На современном этапе Брянская область полностью обеспечивает свои потребности в основных продуктах питания. Доказывается необходимость активного участия в освоении новых инвестиционных проектах, в процессах модернизации основных сфер производственно-хозяйственной деятельности, освоении возможных направлений цифровизации. Выводы, сделанные по результатам исследования, имеют важное значение для практиков, поскольку они дополняют имеющиеся знания, необходимые для обоснования стратегий развития АПК и экономики страны в целом при трансформации в инновационно-цифровое пространство.

Ключевые слова: региональный АПК, приоритеты развития, господдержка сельхозпроизводителей, инвестиционные проекты, агробизнес, модернизация, цифровизация.

Для цитирования: Сычёв С.М., Храмченкова А.О., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н., Полухин А.А. Возможности и приоритеты развития агропромышленного комплекса Брянской области. Аграрная наука. 2022. 2022; 362 (9): 84–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-84-91>

© Сычёв С.М., Храмченкова А.О., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н., Полухин А.А.

Opportunities and priorities for the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region

ABSTRACT

Relevance. The agricultural sector, including the agro-industrial complex, is currently functioning in difficult socio-economic and geopolitical conditions. The agricultural sector of the economy of the Bryansk region plays a key role in the process of economic development. This article solves the problem of identifying opportunities and identifying priority areas for the development of the regional agroindustrial complex in the conditions of innovative and digital development of the economy.

Methods. A wide range of analytical methods is used in the work: system analysis, program-target and project, statistical method, predictive method. The use of a set of scientific approaches, such as: systemic, interdisciplinary, complex, as well as retrospective and evolutionary, made it possible to carry out a study of the possibilities and priorities of the development of the agroindustrial complex of the region.

Results. The article analyzes the current state of the agroindustrial complex of the region, identifies opportunities and identifies priorities for the development of the most important branches of the agro-industrial complex of the Bryansk region. As a result of the study, it was found that the economic and resource potential of the agroindustrial complex of the region contribute to the development of efficient agricultural production. State support and programs for the development of agriculture have allowed the region to become a competitive leader in a number of positions in the Russian Federation. At the present stage, the Bryansk region fully meets its needs for basic foodstuffs. The necessity of active participation in the development of new investment projects, in the processes of modernization of the main spheres of production and economic activity, the development of possible directions of digitalization is proved. The conclusions drawn from the results of the study are important for practitioners, since they complement the existing knowledge necessary to substantiate the development strategies of the agroindustrial complex and the economy of the country as a whole during the transformation into an innovative digital space.

Key words: regional agroindustrial complex, development priorities, state support of agricultural producers, investment projects, agribusiness, modernization, digitalization.

For citation: Sychev S.M., Khranchenkova A.O., Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N. Polukhin A.A. Opportunities and priorities for the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region. Agrarian science. 2022; 362 (9): 84–91. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-84-91> (In Russian).

© Sychev S.M., Khranchenkova A.O., Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N. Polukhin A.A.

Введение / Introduction

Сельское хозяйство Брянской области как важнейшая сфера агропромышленного комплекса (далее — АПК) представляет собой жизненно важную отрасль экономики региона, показывающую ежегодный устойчивый рост. Стратегической целью развития агропромышленного комплекса является повышение конкурентоспособности производителей сельскохозяйственной продукции Брянской области для обеспечения продовольственной безопасности, развитие малого и среднего бизнеса в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции и повышение уровня жизни сельского населения. АПК Брянской области лидирует по многим направлениям [1].

Конкурентные преимущества Брянской области в значительной мере обусловлены её уникальным экономико-географическим положением. Брянщина — приграничный регион, находящийся на стыке трёх государств. Брянская область граничит на севере со Смоленской областью, на востоке — с Калужской и Орловской областями, на юге — с Курской областью и Украиной, на западе — с Белоруссией. Она расположена на кратчайших транспортных путях, соединяющих город Москву через Украину с Западной Европой, а город Санкт-Петербург — с южными районами России. Через территорию Брянской области проходят важнейшие международные торговые пути в страны Восточной Европы, с помощью которых решаются интересы финансово-экономического сотрудничества [2].

Климат Брянской области умеренно континентальный, с тёплым летом и умеренно холодной зимой. Область находится в зоне достаточного увлажнения. Природно-климатические условия Брянской области способствуют развитию отраслей растениеводства (в том числе зернопроизводства, картофелеводства, овощеводства, льноводства) и животноводства (молочно-мясного скотоводства, свиноводства, птицеводства, коневодства, овцеводства, козоводства).

Земельный фонд области на 1 января 2021 г. составил 3485,7 тыс. га, в том числе земли сельскохозяйственного назначения — 1976,4 тыс. га (рис. 1). Площадь земель сельскохозяйственного назначения увеличилась на 0,3 тыс. га за счёт вовлечения в сельскохозяйственный оборот земель запаса в Красногорском районе на основании материалов радиологического обследования почв (решение Красногорского районного совета народных депутатов от 12 ноября 2020 г. № 6-88) [3].

В структуре сельскохозяйственных угодий (на 1 января 2021 г.) площадь пашни составила 1176,8 тыс. га, пастбищ — 345,4 тыс. га, сенокосов — 205,5 тыс. га, многолетних насаждений — 25,8 тыс. га, залежи — 121,1 тыс. га. Площадь пашни увеличилась на 0,6 тыс. га за счёт распашки земель (0,3 тыс. га) в Красногорском районе и за счёт проведения культуртехнических и агрохимических мероприятий на пастбищах площадью 0,2 тыс. га в Комаричском и Севском районах и раскорчевки многолетних насаждений на площади 0,1 тыс. га в Комаричском районе.

Для ведения сельскохозяйственного производство на территории региона имеются все необходимые ресурсы, в том числе сформирован человеческий и интеллектуальный потенциалы. На 1 января 2020 г. численность населения Брянской области составляла 1192,5 тыс. человек, из которых 839,8 тыс. чел. (70,4%) проживали в городах и посёлках городского типа, 352,7 тыс. чел. (29,6%) — в сельской местности. Есте-

ственный прирост населения по области в 2020 г. составил 7696 человек [4].

На территории региона производственно-хозяйственной деятельностью занимаются около 1000 сельскохозяйственных предприятий, организации пищевой и перерабатывающей промышленности, К(Ф)Х, из них 714 предприятий — производители сельскохозяйственной продукции, 234 — перерабатывающие ее предприятия.

Сельское хозяйство Брянской области имеет положительную динамику развития благодаря государственной политике в сфере АПК. За последние годы доля сельскохозяйственного производства в структуре валового регионального продукта возросла до 18,7%. В 2020 г. объём продукции сельского хозяйства всех категорий хозяйств составил 99,9 млрд руб. На финансирование программ и мероприятий в АПК региона направлены средства в сумме более 11 млрд рублей. Сельское хозяйство развивается на интенсивной основе. Интенсивное развитие обусловлено государственной поддержкой крупных инвестиционных проектов в отраслях сельского хозяйства с применением инновационных технологий и передовых научных разработок.

Таким образом, природный и ресурсный потенциалы Брянской области способствуют эффективному развитию регионального АПК. Однако дальнейшее развитие аграрного сектора региона в условиях цифровой экономики должно быть связано с увеличением возможностей инновационной активности, выявлением приоритетных направлений развития отраслей АПК.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования возможностей и приоритетов развития АПК региона подразумевают применение совокупности научных подходов: системного, междисциплинарного, комплексного.

Рис. 1. Распределение земель фонда по категориям по состоянию на 1 января 2021 г., тыс. га

Fig. 1. Distribution of the fund's lands by categories as of 01.01.2021, thousand ha



Рис. 2. Инвестиции в основной капитал, в том числе в сельское хозяйство, по Брянской области, млн рублей

Fig. 2. Investments in fixed assets, including agriculture, in the Bryansk region, million rubles

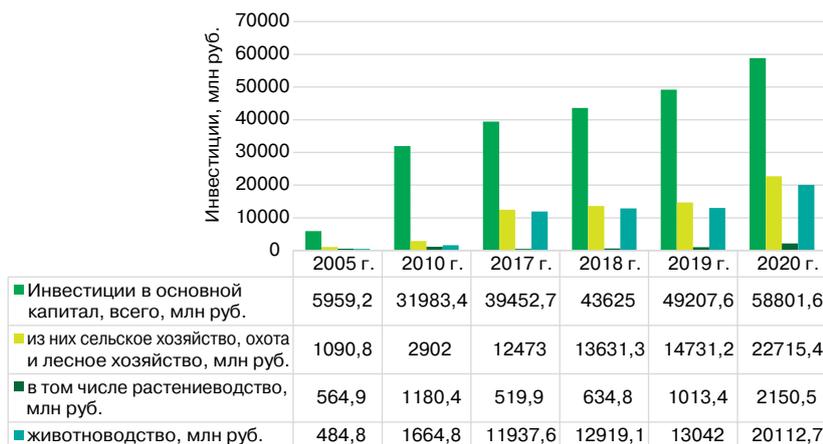
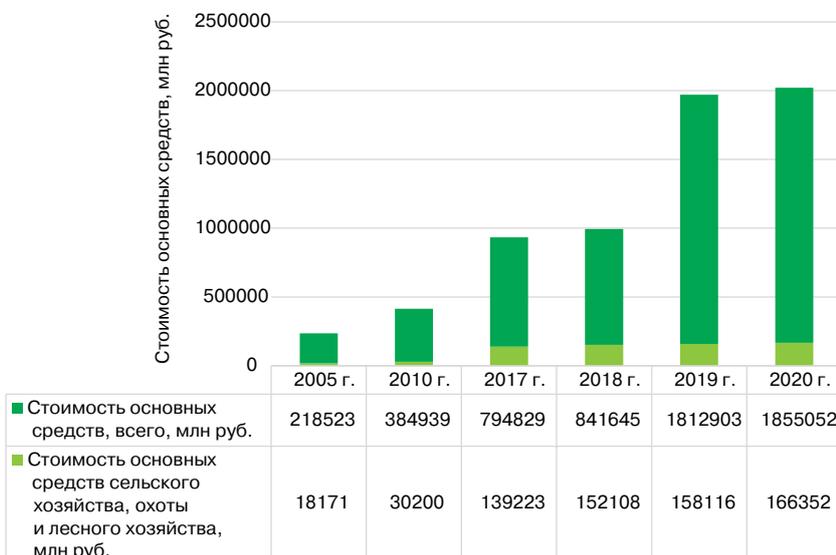


Рис. 3. Стоимость основных средств, в том числе сельского хозяйства, по Брянской области, млн рублей

Fig. 3. The cost of fixed assets, including agriculture, in the Bryansk region, million rubles



плинарного, комплексного, а также ретроспективного и эволюционного. При исследовании использовались методы: системного анализа, программно-целевой и проектный (при разработке ключевых направлений развития отраслей регионального АПК); статистический (с целью оценки современного состояния производственной деятельности АПК); прогнозный (при обосновании прогнозов развития основных отраслей АПК региона). В качестве объекта исследования определены основные сельскохозяйственные отрасли регионального АПК.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Валовая добавленная стоимость в сопоставимых ценах с 2005 по 2019 гг. в целом увеличивается в 5,9 раза, в том числе сельском хозяйстве это увеличение составило 7,8 раза. То есть темпы увеличения данного показателя более значительные. Также на это указывает и тот факт, что удельный вес валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в общей стоимости увеличился с 14,3% в 2005 г. до 18,7% в 2019 г. [5].

Увеличивается уровень инвестиционной активности в сельском хозяйстве. Инвестиции в основной капитал в целом увеличились в 9,9 раза, в то время как в сельское хозяйство — в 20,8 раза. Причем следует отметить, что инвестиции в основном осуществляются в животноводство (рис. 2). Сумма инвестиций растениеводства в 9,4 раза меньше, чем животноводства. Рост общей суммы инвестиций растениеводства составил всего 3,8 раза, в то время как животноводства — 4,2 раза.

С увеличением инвестиций происходит и увеличение стоимости основных средств — в целом в 8,5 раза. Стоимость основных средств сельского хозяйства увеличилась более значительно — в 9,2 раза (рис. 3). Удельный вес основных средств сельского хозяйства в общей стоимости вначале увеличился до 18,1% в 2018 г., а затем в 2020 г. произошло снижение данного показателя до 9,0% [6].

На интенсивной основе развивается производство зерна, картофеля и овощей, молочное и мясное скотоводство, что оказывает влияние на эффективность сельскохозяйственного производства в целом и на его товарную политику. Так, Брянская область находится в числе лидеров по производству картофеля и крупного рогатого скота на мясо.

Динамично развивается отрасль зернопроизводства (рис. 4). В 2020 г. урожайность этого стратегически важного вида продукции в среднем составила 50,4 ц с га, то позволило региону занять по этому показателю пятое место по России и

третье в Центральном Федеральном округе.

Кукуруза на зерно в последние годы становится преобладающей культурой среди зерновых (в структуре производства зерновых в 2020 г. она занимает 25,4%), площади под ней увеличились относительно 2010 г. в 21,3 раза. Это обусловлено значительной питательной ценностью данной культуры при выращивании крупного рогатого скота, свиней и птицы на мясо. Передовиком по производству зерновых является Стародубский район, где средняя урожайность в 2020 г. составила 60 ц с га, а в ООО «Красный Октябрь» средняя урожайность зерновых составила 86,5 ц с га, ООО «Меленский картофель» — 86,2 ц с га, ИП Ахламов А. В. — 83,6 ц с га, ООО «Фермерское хозяйство Пуцко» — 74,1 ц с га.

Производством картофеля в Брянской области занимается около 190 предприятий (рис. 5). При незначительном снижении посевных площадей под картофелем увеличился его валовой сбор в результате повышения урожайности в 2,5 раза.

Увеличение урожайности обусловлено интенсификацией в данной отрасли. Брянская область по промышленному производству картофеля занимает первое

место в РФ [7]. В 2020 г. область произвела 1 млн 152 тыс. т картофеля, в том числе промышленное производство составило 854 тыс. т картофеля (урожайность — 322 ц/га).

Удельный вес Брянской области в России по промышленному производству составил 12,5%. Производство картофеля в хозяйствах всех категорий составило 1 млн 152 тыс. т. Брянская область по урожайности картофеля в хозяйствах всех категорий в 2020 г. заняла 1-е место в ЦФО, 2-е место по России. Основными производителями картофеля являются Стародубский, Почепский, Жирятинский, Погарский и Унечский районы. Урожайность картофеля в динамике за 2005–2020 гг. увеличилась в 2,5 раза и составила в среднем 271 ц с га. При этом следует выделить Стародубский район, где средняя урожайность составила 335,0 ц картофеля с га, Почепский район — 324,0 ц/га, Жирятинский район — 308,1 ц/га, Унечский район — 304,0 ц/га.

С 2019 г. на территории области функционирует ООО «Тепличный комбинат Журиновичи», годовая производственная мощность которого составляет 4897,2 т, в том числе 2199,1 т огурцов и 2698,1 т томатов. Комбинат оснащён новейшим оборудованием, инновационными техническими системами, отвечает современным стандартам производства овощей в закрытом грунте.

Существенное развитие в Брянской области получило выращивание масличных культур, производство которых с 2010–2020 гг. увеличилось в 9,4 раза; урожайность увеличилась в 2,4 раза и составила 25,1 ц с га. Масличные культуры представлены в основном рапсом, соей и подсолнечником. В 2020 г. брянские производители рапса собрали рекордные урожаи, например в ООО «Русичь» урожайность составила 58,4 ц с га, в СПК «Союз» — 52,8 ц с га. Под урожай 2021 г. рапсом засеяны в 2 раза больше площадей, чем в предыдущем году — 51,6 тыс. га.

В результате реализации нескольких инвестиционных проектов на территории области успешно развивается производитель крупного рогатого скота на мясо АПХ «Мираторг» [8]. С его появлением отрасль шагнула значительно вперед и в 2017 г. общее поголовье крупного рогатого скота увеличилось относительно 2010 г. в 2,6 раза (рис. 6). В 2020 г. оно составило 505,0 тыс.

Рис. 4. Эффективность производства зерна в Брянской области (2005–2020 гг.)

Fig. 4. Efficiency of grain production in the Bryansk region (2005–2020)

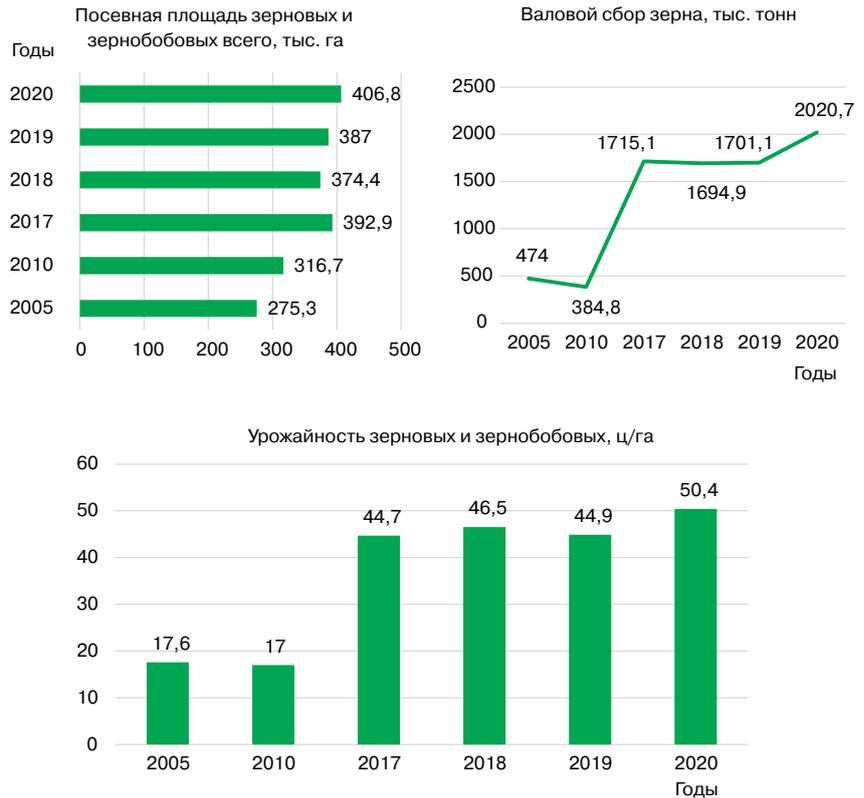


Рис. 5. Эффективность производства картофеля в Брянской области (2005–2020 гг.)

Fig. 5. Efficiency of grain production in the Bryansk region (2005–2020)



Рис. 6. Эффективность скотоводства в Брянской области (2005–2020 гг.)

Fig. 6. Efficiency of cattle breeding in the Bryansk region (2005–2020)

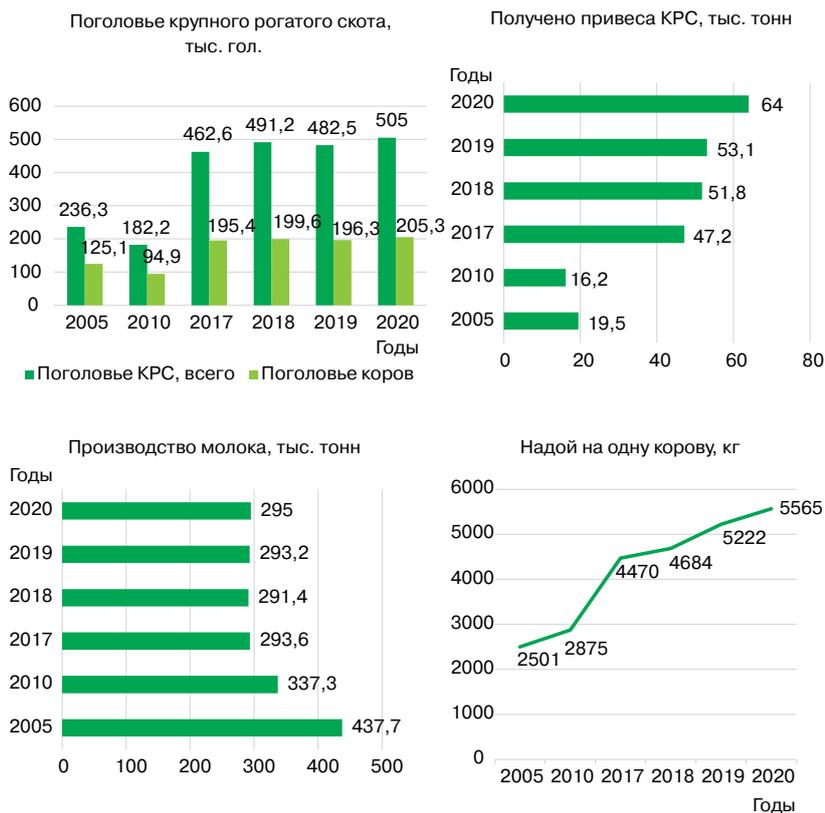
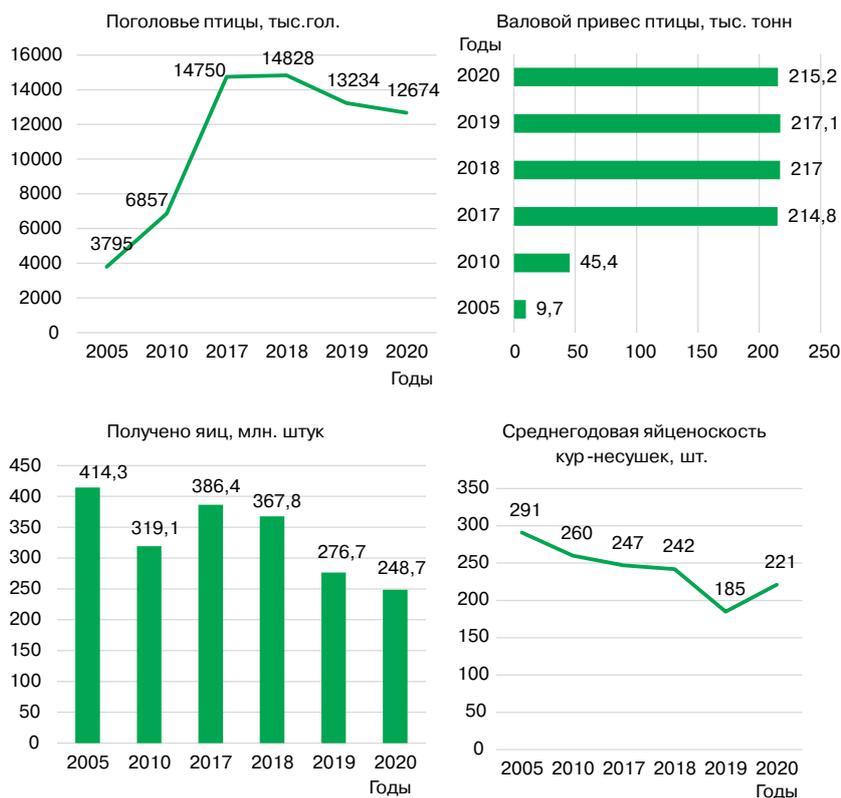


Рис. 7. Эффективность птицеводства в Брянской области (2005–2020 гг.)

Fig. 7. Efficiency of poultry farming in the Bryansk region (2005–2020)



голов, что 4,7% выше уровня предыдущего 2019 г.

Выращиванием и откормом крупного рогатого скота занимаются практически во всех районах, но наибольший удельный вес приходится на Трубчевский, Почепский, Выгоничский, Стародубский, Климовский и Мглинский районы. По поголовью крупного рогатого скота в сельскохозяйственных предприятиях Брянская область занимает 1-е место в ЦФО и 2-е место по Российской Федерации [9].

Молочная отрасль является одной из приоритетных в регионе. Реализуются новые инвестиционные проекты в молочном животноводстве. В ООО «Дружба-2» в Брасовском районе осуществляется строительство молочно-товарной фермы на 3600 голов дойного стада. Плановый объем инвестиций в проект — более 3,3 млрд рублей, производственная мощность — более 36 тыс. т молока в год, более 100 новых рабочих мест. В Карачевском районе ОАО «Железнодорожник» построил современный роботизированный молочно-товарный комплекс на 2400 голов крупного рогатого скота (сумма инвестиций в проект — 1080 млн рублей) [10].

Свиноводство эффективно развивается на территории области. В основном свиноводческие комплексы расположены в Жирятинском, Выгоничском, Карачевском и Брянском районах. С 2006 г. в ООО «Дружба» реализованы проекты по строительству 6 свиноводческих комплексов общей мощностью 330 тыс. голов в год, построены 2 комбикормовых завода мощностью 10 и 20 т/час, 2 зерносушильных комплекса производительностью 50 и 100 т в час, мясохладобойня с пунктом первичной переработки сельскохозяйственных животных производительностью 200 голов в час.

В 2020 г. поголовье свиней увеличилось относительно 2005 г. в 4,1 раза и составило 487,0 тыс. голов. Среднесуточный привес животных также увеличился в 3,1 раза и составил в 2020 г. 740 грамм.

Кролиководство — перспективная отрасль животноводства. Примером является К(Ф)Х (ЮЛ) «Агрохолдинг «Кролково»» в Карачевском районе, включающий кроликофермы закрытого типа (на 12 тыс. кроликоматок), оснащенные автоматизированными системами кормления, поения и навозоудаления. Планируемый выпуск продукции кролико-

водства в ближайшей перспективе составит от 450 до 1100 т в год [11].

Птицеводство является одной из эффективных отраслей в области, которая развивается значительными темпами (рис. 7). Так, относительно 2005 г. рост поголовья птицы составил 3,3 раза, однако наибольшее значение этого показателя приходится на 2018 г., а затем (за счёт снижения поголовья птицы яичного направления продуктивности) поголовье снижается до 126 74,7 тыс. голов.

На территории области в основном преобладает развитие мясного бройлерного птицеводства. В последние годы мясное птицеводство бурно развивается, что обусловлено выстроенной эффективной вертикалью управления, позволяющей сохранить научно-производственную систему, посредством которой реализуется экономическая политика отрасли птицеводства [12]. С 2011 г. ООО «Брянский бройлер» реализует инвестиционный проект по выращиванию и убою цыплят-бройлеров и последующей переработке их мяса в Брянской области. Общая сумма инвестиций в данный проект — 25,8 млрд рублей.

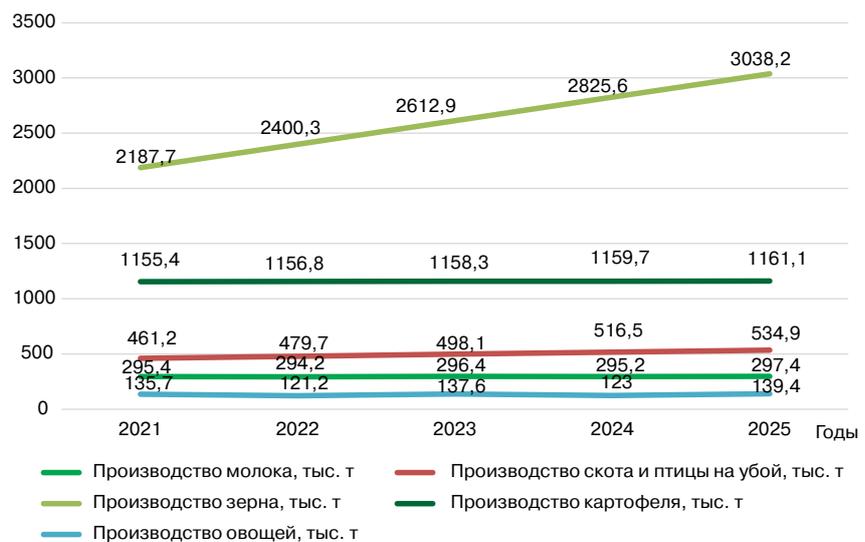
Эффективная деятельность отрасли птицеводства обусловлена использованием научных разработок отраслевых институтов (ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеводства» Российской Академии наук и его филиалы — ФНЦ ВНИТИП РАН, «ВНИИПП», «ВНИВИП», «ФЦОЗЖ»). Данные научные учреждения, работая над программой «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» (на период 2020–2025 гг.), обеспечивают предприятия отечественным кроссом, характеризующимся высокой продуктивностью и жизнеспособностью. Однако сектор яичного птицеводства в области развит слабо, и среднегодовая яйценоскость кур-несушек составила в 2020 г. 221 яиц. Необходима активизация инновационно-ориентированного производства в яичном птицеводстве.

Особое место в АПК Брянской области занимают малые формы хозяйствования: крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х), индивидуальные предприниматели, личные подсобные хозяйства, а также сельскохозяйственные потребительские кооперативы. Поддержка малого агробизнеса осуществляется в области по трём направлениям госпрограммы и в рамках нацпроекта по программе поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства [13, 14]. Государственную поддержку по всем направлениям в период с 2004 по 2020 гг. получили 275 крестьянских (фермерских) хозяйств. На поддержку начинающих фермеров направлено 302,1 млн рублей. Гранты предоставлены 211 главам крестьянских (фермерских) хозяйств. Выделяются средства на развитие семейных ферм, денежные ресурсы предоставлены 46 главам К(Ф)Х по направлению развития молочного скотоводства в сумме 220,1 млн рублей. В виде грантов «Агростартап» получили средства 18 глав К(Ф)Х на сумму 50,6 млн рублей.

Объём производства продукция сельского хозяйства за 2005–2020 гг. увеличился 7,2 раза составил в 2020 г.

Рис. 8. Прогноз производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Брянской области, тыс. т

Fig. 8. Forecast of production of the main types of agricultural products in the Bryansk region, thousand t



972 85,7 млн рублей, в том числе более быстрыми темпами развивается отрасль растениеводства — в 9,1 раза, а животноводство выросло в 5,9 раза.

Расчёт прогнозных показателей производства продукции по отдельным видам сельскохозяйственной продукции представлен с учётом новых направлений развития и модернизации производства (рис. 8). В качестве информационной базы использованы данные Федеральной службы государственной статистики, ведомственная отчётность регионального уровня [15, 16].

Региональная стратегия развития АПК Брянской области предполагает постепенный переход на цифровизацию и системное преобразование сельского хозяйства. В условиях цифровой экономики значимым внутренним фактором является технико-технологический, главным элементом которого выступает модернизация. В этой связи перспективное планирование инновационного развития сельскохозяйственных отраслей должно учитывать и определять влияние модернизации на конечный результат хозяйственной деятельности АПК. Важным резервом в долгосрочном планировании является повышение эффективности хозяйственной деятельности отраслей АПК на основе бизнес-планирования инноваций [17, 18].

Применительно к АПК Брянской области актуальной является разработка таких типовых проектов, как «День Брянского цифрового поля», «Цифровая модернизация животноводства», «Применение цифровых технологий в растениеводстве», «Цифровая коммерциализация в АПК», «Цифровой офис сельскохозяйственного предприятия», «Цифровизация малого агробизнеса» и др. [19, 20, 21]. Однако подходить к процессу разработки таких проектов необходимо последовательно, опираясь на уже имеющиеся научные разработки и передовой опыт. Базовой площадкой для разработки подобных проектов является Брянский государственный аграрный университет.

Согласно прогнозу, в 2025 г. объём производства продукции сельского хозяйства в области достигнет 146,3 млрд рублей, индекс производства продукции сельского хозяйства — 150,4% по отношению к 2020 г.

Выводы / Conclusion

Обобщая результаты исследования, можно сделать вывод о том, что в агропромышленном комплексе Брянской области существует достаточно большой потенциал роста. Одной из главных задач является снижение зависимости регионального рынка продовольствия от импорта, поэтому в качестве приоритетных положений региональной политики Брянской области в отношении сельского хозяйства выступают самообеспеченность зерном, картофелем, овощами, мясом и мясopодуктами, молоком и молокопродуктами, продуктами птицеводства.

В качестве приоритетных направлений развития на ближайшую перспективу можно обозначить:

— рост объёмов производства экологически безопасной пищевой продукции, развитие новых направлений отраслей для обеспечения внутренней потребности региона в продукции АПК;

— улучшение взаимосвязей между организациями сельского хозяйства и пищевой промышленности, развитие кооперативных связей;

— стимулирование применения инноваций в агропромышленном производстве, создание конкурентоспособных производств;

— совершенствование механизмов продвижения продукции местных товаропроизводителей;

— повышение инвестиционной привлекательности АПК;

— повышение престижа профессий АПК и занятости в сельской местности;

— модернизация и цифровизация отраслей регионального АПК.

Освоение данных направлений в 2022–2025 гг. планируется за счет дальнейшего повышения эффективности сельскохозяйственного производства, реализации новых инвестиционных проектов и государственной поддержки товаропроизводителей.

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. Е.П. Чирков, Л.Н. Нестеренко, А.О. Храмченкова, М.А. Бабьяк. Проблемы и возможности развития аграрного сектора экономики Брянской области. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2018; 2: 32-37.
2. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области: годовой доклад о состоянии окружающей среды Брянской области в 2020 г. под ред. Т.Н. Цыганок. Брянск, 2021. 250 с.
3. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области. *Вестник сельского хозяйства и социальной политики*. 2018; 1 (17): 30-32.
4. Дьяченко О.В. Особенности развития АПК Брянской области. *Аграрная наука - сельскому хозяйству*. Сборник статей XII Международной научно-практической конференции: в 3 книгах. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет». 2017: 174-176.
5. С.А. Бельченко, И.Н. Белоус, В.В. Ковалев, И.Д. Сазонова, И.В. Ишков. Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие агропромышленного комплекса. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 1: 6-14.
6. Васкин В.Ф., Кузьмицкая А.А. Экономические основы функционирования крупных сельскохозяйственных организаций в современных условиях. *Инновации и технологический прорыв в АПК: сборник научных трудов международной научно-практической конференции*. Брянск, 2020: 316-322.
7. В.Ф. Васкин, О.Н. Коростелева, А.А. Кузьмицкая, Ю.И. Шмидт. Современные особенности материально-технического обеспечения сельского хозяйства в Брянской области. *Экономика и предпринимательство*. 2021; 4 (129): 547-552.
8. С.А. Бельченко, В.Е. Ториков, И.В. Маляво, И.Н. Белоус, А.А. Осипов. Развитие мясо-молочной отрасли АПК Брянской области – 2019 год. *Вестник Брянской ГСХА*. 2020: 3 (79): 10-20.
9. Сычёв С.М., Попова А.С., Селькин В.В. Проблемы и перспективы развития овощеводства Брянской области. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017; 48 (1): 252-255.
10. Кузьмицкая А.А. Современные подходы к планированию производства молока. *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей XII Международной научно-практической конференции*. В 3 кн. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2017: 216-218.
11. Чирков Е.П., Храмченкова А.О. Особенности исследования экономической эффективности в аграрном секторе экономики. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018; 6 (70): 53-59.

REFERENCES

1. E.P. Chirkov, L.N. Nesterenko, A.O. Khranchenkova, M.A. Babiak. Problems and opportunities for the development of the agrarian sector of the economy of the Bryansk region. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2018; 2:32-37. (In Russian).
2. Natural resources and the environment of the Bryansk region: annual report on the state of the environment of the Bryansk region in 2020 .ed. T.N. Gypsies. Bryansk, 2021. 250 p. (In Russian).
3. Dyachenko V.V., Dyachenko O.V. Effectiveness of the use of agricultural land in the Bryansk region. *Bulletin of rural development and social policy*. 2018; 1 (17): 30-32. (In Russian).
4. Dyachenko O.V. Features of the development of the agro-industrial complex of the Bryansk region. *Agrarian science - agriculture*. Collection of articles of the XII International Scientific and Practical Conference: in 3 books. Altai State Agrarian University. 2017: 174-176. (In Russian).
5. S.A. Belchenko, I.N. Belous, V.V. Kovalev, I.D. Sazonova, I.V. Ishkov. Technical and technological modernization, innovative development of the agro-industrial complex. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021; 1: 6-14. (In Russian)
6. Vaskin V.F., Kuzmitskaya A.A. Economic bases for the functioning of large agricultural organizations in modern conditions. *Innovations and technological breakthrough in the agro-industrial complex: a collection of scientific papers of the international scientific and practical conference*. Bryansk, 2020: 316-322. (In Russian)
7. V.F. Vaskin, O.N. Korosteleva, A.A. Kuzmitskaya, Yu.I. Schmidt. Modern features of the logistics of agriculture in the Bryansk region. *Economics and Entrepreneurship*. 2021; 4 (129): 547-552. (In Russian).
8. S.A. Belchenko, V.E. Torikov, I.V. Malyavko, I.N. Belous, A.A. Osipov. Development of the meat and dairy industry of the agro-industrial complex of the Bryansk region – 2019. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2020: 3 (79): 10-20. (In Russian).
9. Sychev S.M., Popova A.S., Silkin V.V. Problems and prospects of development of vegetable growing in the Bryansk region. *Fruit and berry growing of Russia*. 2017; 48 (1): 252-255. (In Russian).
10. Kuzmitskaya A.A. Modern approaches to milk production planning. *Agrarian science – agriculture: collection of articles of the XII International Scientific and Practical Conference*. In 3 books. Barnaul: Altai State Agrarian University, 2017: 216-218. (In Russian)
11. Chirkov E.P., Khranchenkova A.O. Features of the study of economic efficiency in the agricultural sector of the economy. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2018; 6 (70): 53-59. (In Russian).

12. Васкин В.Ф., Кузьмицкая А.А., Коростелева О.Н. Современные подходы к организации эффективного и экологически чистого производства в птицеводстве. *Управленческий учет*. 2020: 2;. 24-29.
13. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020: 9; 52-58.
14. Кузьмицкая А., Гришаева С., Кондрашова Н. Прогнозирование как фактор повышения устойчивости производства овощных культур. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2012; 4: 47-50.
15. Сельское хозяйство Брянской области: стат. сб. / Брянскстат. Брянск, 2021. 236.
16. Производство продукции животноводства в хозяйствах всех категорий Брянской области: стат. сб. / Брянскстат. Брянск, 2021. 48.
17. Департамент экономического развития Брянской области. Национальный проект «Цифровая экономика» URL: http://economy32.ru/activity/nat_project1/ (дата обращения: 30.04.2022).
18. Департамент экономического развития Брянской области. Открыт набор по проекту «Цифровые профессии». URL: <http://economy32.ru/news/news-180/> (дата обращения: 30.04.2022).
19. Итоги социально-экономического развития Брянской области за 2021 год. URL: <http://www.bryanskobl.ru/economy-2021> (дата обращения: 30.04.2022).
20. Стратегия социально-экономического развития Брянской области до 2030 года. URL: <http://www.bryanskobl.ru/view-economy-strategy-2030> (дата обращения: 30.04.2022).
21. Социальное положение и уровень жизни населения Брянской области 2021. Стат. сб. / Брянскстат – Брянск, 2021. 164 с.
12. Vaskin V.F., Kuzmitskaya A.A., Korosteleva O.N. Modern approaches to the organization of efficient and environmentally friendly production in poultry. *Management Accounting*. 2020: 2;. 24-29. (In Russian).
13. Ulyanova N.D., Chirkov E.P. Digitalization of agricultural production in the Bryansk region. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020: 9; 52-58.. (In Russian)
14. Kuzmitskaya A., Grishaeva S., Kondrashova N. Forecasting as a factor in increasing the sustainability of vegetable crop production. *International Agricultural Journal*. 2012; 4: 47-50. (In Russian)
15. Agriculture of the Bryansk region: stat. Sat. Bryanskstat. Bryansk, 2021. 236. (In Russian).
16. Livestock production in farms of all categories of the Bryansk region: stat. Sat. / Bryanskstat. Bryansk, 2021. 48. (In Russian)
17. Department of Economic Development of the Bryansk region. National Project "Digital Economy" URL: http://economy32.ru/activity/nat_project1/ (accessed: 30.04.2022). (In Russian)
18. Department of Economic Development of the Bryansk region. The set of the project "Digital professions" has been opened. URL: <http://economy32.ru/news/news-180/> (accessed: 30.04.2022). (In Russian)
19. Results of the socio-economic development of the Bryansk region for 2021. URL: <http://www.bryanskobl.ru/economy-2021> (accessed: 30.04.2022). (In Russian).
20. The strategy of socio-economic development of the Bryansk region until 2030. URL: <http://www.bryanskobl.ru/view-economy-strategy-2030> (date of application: 30.04.2022). (In Russian).
21. Social status and standard of living of the population of the Bryansk region 2021. Stat. sat. / Bryanskstat . Bryansk, 2021. 164 p. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Алевтина Орестовна Храмченкова, зав. кафедрой экономики и менеджмента, доктор экономических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: alores05@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5973-096X>

Анна Алексеевна Кузьмицкая, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: Anna_Kuzm79@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4790-0690>

Ольга Николаевна Коростелева, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: korosteleva.66@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5985-4014>

Андрей Александрович Полухин, доктор экономических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: korosteleva.66@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Alevtina Orestovna Khramchenkova, Head of the Department of Economics and Management, Doctor of Economics, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: alores05@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5973-096X>

Anna Alekseevna Kuzmitskaya, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: Anna_Kuzm79@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4790-0690>

Olga Nikolaevna Korosteleva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: korosteleva.66@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5985-4014>

Andrey Alexandrovich Polukhin, Doctor of Economics, Professor of the Russian Academy of Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: korosteleva.66@yandex.ru

Н.С. Шпилев, ✉
В.Е. Ториков,
С.М. Сычёв,
Л.В. Лебедько,
И.В. Сычёва

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ shpilev.ns@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Nikolay S. Shpilev, ✉
Vladimir E. Torikov,
Sergey M. Sychev,
Lyudmila V. Lebedko,
Irina V. Sycheva

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ shpilev.ns@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из объективно существующих факторов, сдерживающих эффективность создания сортов самоопыляющихся зерновых культур, является тот факт, что отбор ценных генотипов начинают проводить со второго гибридного поколения по фенотипу. Фенотип растений в значительной степени подвержен фенотипической и модификационной изменчивости, что обязывает селекционеров проводить отборнеоднократно. Вторым фактором является необходимость продолжительного изучения исходного материала для обоснованного подбора родительских форм для гибридизации. Этот процесс с использованием провокационных и инфекционных фоновзанимает в среднем 3 года. Использование геномной селекции и маркер-ориентированной селекции практически снимают перечисленные ограничения, делают селекционный процесс более управляемым и прогнозируемым, что в значительной степени сокращает сроки создания сортов и повышает эффективность селекции.

Методы. Исследование проводилось электрофоретическим методом по Конареву, а также авторскими методами воспроизводства сортов и отбора при селекции тритикале (патент № 2558255 «Способ воспроизводства сортов зерновых культур», патент № 2127970 «Способ отбора семян при селекции тритикале»).

Результаты. Представлены результаты гибридизации с использованием в качестве родительских форм лучших отечественных сортов озимой гексаплоидной тритикале с целью разработки и апробации новых методических подходов при селекции и семеноводстве зерновых культур. Полученные результаты позволяют сделать процесс более управляемым и предсказуемым, сократить сроки создания сортов и, следовательно, повысить эффективность селекции и семеноводства в сельскохозяйственном производстве. Доказана возможность отбора ценных генотипов от растений-гибридов первого поколения.

Ключевые слова: электрофорез, проламины, тритикале, маркер-ориентированная селекция, схема оригинального семеноводства, сорт, эффективность, инновации

Для цитирования: Шпилев Н.С., Сычев С.М., Ториков В.Е., Лебедько Л.В., Сычева И.В. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 92–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97>

© Шпилев Н.С., Сычев С.М., Ториков В.Е., Лебедько Л.В., Сычева И.В.

Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops

ABSTRACT

Relevance. One of the objectively existing factors constraining the effectiveness of creating varieties of self-pollinating cereals is the fact that the selection of valuable genotypes begins from the second hybrid generation and is carried out by phenotype. The phenotype of plants is largely subject to phenotypic and modification variability, which obliges breeders to select multiple times. The second factor is the need for a long study of the source material for the reasonable selection of parental forms for hybridization. This process with the use of provocative and infectious backgroundstakes in average 3 years. The use of genomic selection and marker-oriented selection practically removes these restrictions, makes the selection process more manageable and predictable, which significantly reduces the time needed to create varieties and increases the efficiency of breeding.

Methods. The study was carried out by the Konarev electrophoretic method, as well as by the author's methods of reproduction of varieties and of selection in triticale breeding (patent No. 2558255 "Method of reproduction of grain varieties", patent No. 2127970 "Method of seed selection in triticale breeding").

Results. The results of hybridization using the best domestic varieties of winter hexaploid triticale as parent forms are presented in order to develop and test new methodological approaches in the selection and seed production of grain crops. The results obtained make it possible to make the process more manageable and predictable, reduce the time needed to create varieties, and, consequently, increase the efficiency of breeding and seed production in agricultural production. The possibility of selecting valuable genotypes from first-generation hybrid plants has been proved.

Key words: electrophoresis, prolamines, triticale, marker-oriented selection, scheme of original seed production, variety, efficiency, innovation

For citation: Shpilev N.S., Sychev S.M., Torikov V.E., Lebedko L.V., Sycheva I.V. Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops. Agrarian science.). 2022; 362 (9): 92–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97> (In Russian).

© Shpilev N.S., Sychev S.M., Torikov V.E., Lebedko L.V., Sycheva I.V.

Введение / Introduction

Селекция сельскохозяйственных растений позволяет получать новые сорта и гибриды, что делает это направление науки самым результативным и развивающимся. По мнению некоторых ученых, в Российской Федерации благодаря селекции сельскохозяйственных растений урожайность за последнее десятилетие увеличилась на 30–70% [1, 2, 3].

В настоящее время основным методом селекции зерновых культур является внутривидовая гибридизация с последующим отбором, начиная со второго гибридного поколения, ценных генотипов по фенотипу. Так создаются сорта, как правило, самоопыляющихся культур. Методический подход для оценки отобранных генотипов требует продолжительного времени из-за нерегулярного и неодинакового проявления лимитирующих факторов. Примером может служить варьирование таких погодных условий, как количество осадков в период вегетации, смена эффективных температур, а также условия в зимний период для озимых культур, различная степень плодородия почв и др.

С другой стороны, проявление ценных свойств, которые селекционеры хотят соединить в будущих сортах, в одном генотипе ограничивается такими факторами, как фенотипическая и модификационная изменчивость.

Таким образом, соединение хозяйственно ценных особенностей растений в одном генотипе и их выделение по фенотипу представляется сложной задачей, как биологически, так и технически. Достичь поставленной цели возможно только изменяя консервативную схему селекционного процесса создания сортов основных зерновых культур [4].

Возможность решения перечисленных сложных вопросов увеличивается путем широкого практического использования в селекционной практике маркер-ориентированной селекции (МОС) и геномной селекции, которые за последние десять лет показали обнадеживающие результаты, что позволяет с оптимизмом прогнозировать возможность увеличения эффективности селекции как в мире, так и в России.

Использование геномной и маркер-ориентированной селекции при отдаленной гибридизации тритикале и пшенично-пырейных гибридов (ППГ) увеличивается в связи с тем, что формообразовательный процесс у них значительно сложнее и не подчиняется закономерностям, установленным законами Г. Менделя, что усложняет повышение точности при прогнозировании результатов.

Целью работы является изучение возможности использования электрофореза для идентификации генотипа и авторских методов (патенты № 97107793, № 2558255) для проведения отбора с целью ускорения селекционно-семеноводческого процесса.

Материал и методы исследования / Materials and method

Эксперимент по полевой гибридизации между лучшими сортами гексаплоидной озимой тритикале проводился на базе опытной станции ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ». Лабораторные исследования по получению электрофоретического спектра гибридных зерновок проводили по методу Конарева [5] на базе ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева». Отбор ценных генотипов — согласно авторской методике [6]. Воспроизводство сортов тритикале проводили по авторской методике [7].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Одним из объективно существующих факторов, которые сдерживают эффективность создания сортов самоопыляющихся зерновых культур, является тот факт, что проводить отбор ценных генотипов начинают со второго гибридного поколения по фенотипу. Фенотип растений в значительной степени подвержен фенотипической и модификационной изменчивости, что обязывает селекционеров проводить отбор неоднократно.

Вторым фактором является необходимость продолжительного изучения исходного материала для обоснованного подбора родительских форм для гибридизации. Данный процесс с использованием провокационных и инфекционных фонов занимает в среднем 3 года.

Использование геномной селекции и маркер-ориентированной селекции практически снимает перечисленные ограничения, делает селекционный процесс более управляемым и прогнозируемым, что в значительной степени сокращает сроки создания сортов и повышает эффективность селекции.

На примере полученных нами результатов доказана возможность создания сортов зерновых культур за 6 лет. Использование таких методов позволило создать сорт Атлант озимой гексаплоидной тритикале. Доказана возможность использования маркер-ориентированной селекции в первичном семеноводстве зерновых культур, что позволяет полностью сохранить генотип при его воспроизводстве; получен патент № 2558255 «Способ воспроизводства сортов зерновых культур».

Исследовательскую работу по созданию ценных генотипов мы проводили, используя новейшие положения маркер-ориентированной селекции, геномной селекции, достижений в области идентификации генотипов, а также авторских результатов теоретического и практического направления в селекции озимой тритикале и яровой пшеницы.

В результате проведения внутривидовой гибридизации получены гибриды первого поколения F_1 — растения, которые по фенотипу ничем не отличались.

В их колосках сформировались зерновки с индивидуальной генетической природой, которая существенно отличалась не только от родительских форм, но и между собой. Это наглядно подтверждено цифровым изложением электрофоретического спектра индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения (табл. 1).

У индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения выявлено широкое разнообразие типов электрофоретического спектра проламина. Оно создается за счет общего числа компонентов и их различных сочетаний как в отдельных зонах, так и в целом спектре, а также за счет степени интенсивности проявления одинаковых по электрофоретической подвижности компонентов.

Анализ полученных результатов показал, что основанием для выделения индивидуального генотипа является отличие его от других по крайней мере по одному четко идентифицированному компоненту. С уверенностью можно сказать, что среди индивидуальных зерновок гибридов первого поколения на основании электрофореза можно выделить оригинальные ценные генотипы.

Идентификация компонентов электрофоретического спектра проламина индивидуальных зерновок растений-гибридов первого поколения доказала их генетическую разнокачественность при установлении корреляционной связи отдельных компонентов и степеней их

Таблица 1. Идентификация компонентов электрофоретического спектра проламина тритикале (родительские формы и гибрид F₁)

Table 1. Identification of components of the electrophoretic spectrum of prolamine of triticale (parent forms and F₁ hybrid)

Номер зерновок	A	β	γ	ω
♀ Рондо				
I	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₃ 45 ₂	2 ₁ 2 ₂ 3 ₃ 45	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
(F ₁) ♀ Рондо × ♂ Союз				
I	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₂ 5 ₃	12 ₁ 2 ₂ 3 ₃ 45	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
II	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₂ 5 ₃	12 ₁ 2 ₂ 3 ₃ 45	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
III	2567 ₁ 7 ₂	123 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₃	12 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
IV	2567 ₁ 7 ₂	123 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₃	12 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
V	257 ₁ 7 ₂	123 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₃	12 ₂ 2 ₃ 34 ₁ 5	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VI	257 ₁ 7 ₂	123 ₂ 3 ₃ 4 ₄ 2 ₅ 1 ₅ 2	12 ₂ 2 ₃ 34 ₁ 5	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VII	2567 ₁ 7 ₂	123 ₃ 4 ₄ 2 ₅ 1 ₅ 3	12 ₁ 2 ₂ 3 ₃ 45	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VIII	24567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	12 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 6 ₂ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
♂ Союз				
I	24567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	12 ₁ 345	1234 ₂ 56 ₂ 6 ₃ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂

Источник: составлено авторами на основании анализа электрофоретического спектра индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения [8]

выражения с ценными свойствами. Этот вывод позволит сделать селекционный процесс более управляемым и предсказуемым путем начала отбора ценных генотипов индивидуальных зерновок с гибридов первого поколения (F₁).

Спектр глиадина показывает наличие существенных различий между индивидуальными зерновками гибридов первого поколения. Установленная гетерогенность гибридов позволила отобрать по количеству и степени проявления компонентов фракций ценные генотипы. Последующее изучение показало, что лучшие генотипы имели в колосе 35 колосков, в которых сформировалось 115 зерен, при этом озерненность (число зерен в одном колоске) составила 3,28 штук.

Дальнейшее размножение и изучение показало, что данный генотип сохранял свои преимущества в сравнении с родительскими формами и в конкурсном испытании

2020–2021 гг. (табл. 2). Данная линия получила название Атлант.

В среднем за 2 года урожайность сорта Атлант составила 69,3 ц/га, что достоверно превышает исходные формы: материнскую — сорт Рондо — на 11,2 ц/га, и отцовскую — сорт Союз — на 9,1 ц/га.

Используя маркер-ориентированную селекцию, еще более высокие результаты мы получили при селекции яровой мягкой пшеницы (табл. 3).

Априори яровая пшеница значительно уступает по урожайности озимой, чем и определяется ее меньшая распространенность в сельскохозяйственном производстве, несмотря на то, что технологические свойства яровой пшеницы, как правило, выше.

Отобранные геномы имели колос, значительно превосходящий по показателям колос озимой пшеницы.

Так, по нашим данным, колос озимой пшеницы имеет не более 21 колоска, число зерен — 72 шт., озерненность — 3,4 шт., а отобранные

колосья имели 24 колоска, 93 зерновки и озерненность 3,9 шт.

Расчетные данные показывают, что урожайность полученной линии яровой пшеницы может быть более 80 ц/га, что превышает урожайность сортов озимой пшеницы.

От правильно проводимого первичного и оригинального семеноводства прежде всего зависит продолжительность жизни сорта зерновых культур и его урожайности.

Важность качества семян осознается государством, которое оказывает постоянную поддержку семеноводству. Так, принята долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 г. и на перспективу до 2035 г. распоряжением правительства Российской Федерации от 10 августа 2019 г. № 1796-Р.

Таблица 2. Сравнительная характеристика тритикале

Table 2. Comparative characteristics of triticale

Сорт	2020 г.			2021 г.			Среднее		
	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га
Рондо	57,3	15,4	8,82	58,9	15,2	8,95	58,1	15,3	8,88
Союз	61,2	15,1	9,24	59,2	14,9	8,82	60,2	15,0	9,03
Атлант	73,3	15,0	10,99	65,3	14,8	9,66	69,3	14,9	10,32

Таблица 3. Характеристика колосьев озимой и яровой пшеницы

Table 3. Characteristics of winter and spring wheat ears

Культура	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Озерненность (число зерен в колоске)	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Озимая пшеница	21	72	3,4	44,3	1,62
Яровая пшеница	24	93	3,9	41,9	2,21

Анализ состояния семеноводства в данном документе показывает, что 30% посевных площадей засеваются массовыми репродукциями, что обусловлено преобладанием внутрихозяйственного семеноводства. Об актуальности данной проблемы говорит и новый закон «О семеноводстве».

Не анализируя некоторые возможные особенности схемы оригинального семеноводства и технику работы в питомниках, остановимся на том, что признанная схема даже теоретически не позволяет со 100%-ной вероятностью воспроизводить возделываемые сорта.

Данное мнение основано на том, что в питомнике отбора мы оцениваем генотипы по сортовым признакам, то есть отбираются генотипы по фенотипу. Постоянно возрастающая мутагенная нагрузка на растения (удобрения, пестициды, радиация и др.) вызывает наследственные изменения не только признаков, но и свойств, то есть биологических, физиологических, биохимических и технологических особенностей растений. Возникшие наследственные изменения по фенотипу выделить невозможно даже на протяжении 2 лет наблюдений — в питомнике испытания потомства 1-го и 2-го года. Учитывая тот факт, что мутации чаще характеризуются отрицательными изменениями (10000:1), эти новообразования приводят к значительному ухудшению потребительских свойств сортовых семян, которое проявляется с ростом числа лет репродукции.

Перечисленные новообразования привели к необходимости ограничения числа разрешенных репродукций, используемых для посева, с 5 до 3. Перечисленные приемы позволяют частично устранить последствия основных причин ухудшения сортов: биологическое и механическое засорение, расщепление, накопление мутаций и болезней. Однако радикально такие организационные мероприятия не смогут решить существующие проблемы.

При помощи методики лабораторного контроля по группам сельскохозяйственных растений с использованием электрофореза нами установлено отклонение генотипов от эталонного сорта даже в оригинальном семеноводстве. Так, в семенах элиты сорта озимой мягкой пшеницы Московская 56 выявлено нетипичных генотипов более 3%, что не соответствует ГОСТ Р 52325-2005 (эталон — 99,2%) [9, 12].

Исключить перечисленные проблемы оригинального семеноводства позволит авторская разработка «Способ воспроизводства сортов зерновых культур», сущность которой заключается в том, что в 1-й год ведется отбор типичных растений по фенотипу. Из отобранных растений используют одну зерновку для проведения электрофореза. По электрофоретическому спектру проламинов сравнивают отобранные растения с эталонным сортом (сорт, по которому ведется семеноводство). В случае отклонения соответствующие потомства растений не

Таблица 3. Оценка экономической эффективности возделывания тритикале
Table 3. Evaluation of the economic efficiency of triticale cultivation

Сорт	Производственные затраты, руб./га	Выручка от реализации, руб./га	Прибыль от продаж, руб./га	Производственная рентабельность, %
Рондо	31191	90055	58864	188,72
Союз	31283	93310	62027	198,28
Атлант	31694	107415	75721	238,91

используют для посевов. На 2-й год потомства растений, анализируемая зерновка которых соответствует сорту, объединяют и используют для посева питомника размножения 1-го года.

Предложенная схема оригинального семеноводства наиболее эффективна при воспроизводстве сортов самоопыляющихся культур, в которых предполагается полная идентичность всех зерновок в одном растении и соответствие сорту, по которому ведется семеноводство. Авторская схема семеноводства может быть использована при воспроизводстве и перекрестно опыляемых культур, особенно сортов-популяций, в которых для реализации сортового потенциала должны быть представлены только заявленные семьи в рекомендованном количественном соотношении, что также может быть достигнуто использованием рекомендованной схемы.

Таким образом, совершенствование оригинального семеноводства зерновых культур обеспечивает сохранение генотипа сорта, увеличение продолжительности жизни сорта, реализацию его генетического потенциала, экономическую эффективность инноваций в селекции зерновых культур [13, 14, 15].

Проведенные расчеты экономической эффективности возделывания тритикале в среднем за 2020–2021 гг. позволили сделать вывод, что максимальную прибыль с одного гектара производитель получит при возделывании сорта тритикале Атлант (табл. 4).

Таким образом, использованные методы в селекции тритикале позволят сократить сроки создания сорта, что даёт возможность получать за год дополнительную прибыль в размере 13694 руб. с каждого гектара.

Выводы / Conclusion

Геномная селекция и маркер-ориентированная селекция являются высокоэффективным и результативным направлением в селекции зерновых культур. Обеспечение селекционеров каталогом электрофоретических спектров сделает данное направление доступным для широкого использования.

Использование электрофоретических спектров в первичном семеноводстве позволит с высокой вероятностью воспроизводить сорта с сохранением генотипа.

Результаты наших исследований показывают возможность сокращения сроков создания новых сортов. Созданный сорт озимой тритикале Атлант и линия яровой мягкой пшеницы представляют большую ценность при использовании в производственном процессе.

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. Гольяпин В.Я., Мишуrow Н.П. Машинно-технологическое обеспечение селекции и семеноводства зерновых культур: анализ. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 96.
2. Мамеев В.В., Ториков В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020; 1(30): 55-62.
3. Сандухадзе Б.И. и др. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья. *Хлебопродукты*. 2013; 9: 62-64.
4. Амелин А.В. и др. Значение сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013; 3 (7): 57-65.
5. Конарев В.Г., Пенева Т.И. Биохимические и молекулярно-генетические аспекты селекции зерновых на белок. *Проблемы белка в сельском хозяйстве: научные труды ВАСХНИЛ*. М.: Колос, 1975: 131-140.
6. Шпилев Н.С. Патент РФ № 2127970 С1; 1999.
7. Шпилев Н.С., Белоус Н.М., Ториков В.Е., Лебедеко Л.В.. Патент № 2558255 С2 Российская Федерация, 2015.
8. Ториков В.Е., Шпилев Н.С., Клименков Ф.И. Использование электрофоретических методов для идентификации сортов зерновых культур. *Вестник Алтайского ГАУ*. 2019; 2 (172); 5-12.
9. Афанасенко О. С. Генетическая защита зерновых культур: итоги и перспективы / О. С. Афанасенко. *Защита и карантин растений*. 2020; 9; 3-7.
10. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Новые генетические источники высокого содержания белка и клейковины в зерне пшеницы мягкой озимой. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019; 5(79); 76-78.
11. Сычёв В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы. *Плодородие*. 2007; 5: 19-20.
12. Столповский Ю. А., Пискунов А. К., Свищева Г. Р. Геномная селекция. Последние тенденции и возможные пути развития. *Генетика*. 2020; 56(9); 1006-1017.
13. Мимонов Р.В., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Нецаев М.М., Дьяченко В.В. Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020; 8: 6-12.
14. Малавко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние удобрения и препарата гумистим на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения. В сборнике: *Инновации и технологический прорыв в АПК. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции*. 2020; 10-15.
15. Мамеев, В.В. и др. Эффективность подкормок озимой пшеницы различными марками азотных и комплексных удобрений. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 6; 12-19.

ОБ АВТОРАХ:

Николай Серафимович Шпилев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail:shpilev.ns@yandex
<https://orcid.org/0000-0002-2269-5013>

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

REFERENCES

1. Golyapin V.Ya., Mishurov N.P. Machine-technological support of breeding and seed production of grain crops: analyte. review. Moscow: FSBI "Rosinformagrotech", 2020. 96. (In Russian)
2. Mamaev V.V., Torikov V.E. The role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020; 1(30); 55-62. (In Russian)
3. Sandukhadze, B.I. et al. Rybakova M.I., Osipova A.V. Grain quality of winter wheat varieties cultivated in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Bread products*. 2013; 9: 62-64. (In Russian)
4. Amelin, A.V. et. al. The significance of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the natural and ecological conditions of the Orel region. *Leguminous and cereal crops*. 2013; 3 (7): 57-65. (In Russian)
5. Konarev V.G., Peneva T.I. Biochemical and molecular genetic aspects of grain selection for protein. *Problems of protein in agriculture: scientific works of VASHNIL*. M.: Kolos, 1975: 131-140. (In Russian)
6. Shpilev N.S. Patent No. 2127970 C1 Russian Federation; 1999 (In Russian)
7. Shpilev N.S., Belous N.M., Torikov V.E., Lebedko L.V. Patent No. 2558255 C2 Russian Federation, 27.07.2015 (In Russian)
8. Torikov V.E., Shpilev N.S., Klimenkov F.I. The use of electrophoretic methods for the identification of varieties of grain crops. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019; 2(172); 5-12. (In Russian)
9. Afanassenko O. S. Genetic protection of grain crops: results and prospects / O. S. Afanassenko. *Protection and quarantine of plants*. 2020; 9; 3-7. (In Russian)
10. Kovtun, V. I., Kovtun L. N. New genetic sources of high protein and gluten content in soft winter wheat grain. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2019; 5(79): 76-78. (In Russian)
11. Sychov V.G., Almetov N.S., Kozyrev A.S. The effectiveness of chemicalization agents on spring wheat crops. *Plodородие*. 2007; 5: 19-20. (In Russian)
12. Stolpovsky Yu. A., Piskunov A. K., Svishcheva G. R. Genomic selection. I. Recent trends and possible ways of development. *Genetics*. 2020; 56(9); P. 1006-1017. (In Russian)
13. Mimonov R.V., Shapovalov V.F., Smolsky E.V., Nechaev M.M., Dyachenko V.V. The influence of fertilizers on the quality indicators of winter wheat grain. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020; 8: 6-12. (In Russian)
14. Malyavko G.P., Belous N.M., Shapovalov V.F. The effect of fertilizer and the preparation humistim on the yield and quality of winter wheat grain under conditions of radioactive contamination. In the collection: *Innovations and technological breakthrough in agriculture. Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference*. 2020; 10-15. (In Russian)
15. Mameev, V.V. et al. The effectiveness of winter wheat fertilizing with various brands of nitrogen and complex fertilizers. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021; 6: 12-19. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Nikolay Serafimovich Shpilev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail:shpilev.ns@yandex
<https://orcid.org/0000-0002-2269-5013>

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail:sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Владимир Ефимович Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>

Людмила Васильевна Лебедеко, доцент кафедры экономики и менеджмента

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: liudmila.lebedko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1027-4457>

Ирина Васильевна Сычева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

E-mail: i.sychyva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>

Vladimir Efimovich Torikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

E-mail: torikov@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>

Lyudmila Vasilyevna Lebedko, Associate Professor of Economics and Management

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk Region, 243365, Russian Federation

E-mail: liudmila.lebedko@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1027-4457>

Irina Vasilyevna Sycheva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

E-mail: i.sychyva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>

ТАТ АГРО ЭКСПО 2023 | В специализированная сельскохозяйственная выставка достижений АПК | 20-21 февраля

МВЦ Казань Экспо

ТЕХНИКА И ЗАПЧАСТИ	АГРОХОЛДИНГИ	ЦИФРОВИЗАЦИЯ
РАСТЕНИЕВОДСТВО	ЖИВОТНОВОДСТВО	МАЛЫЕ ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ
ХРАНЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И УПАКОВКА СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ		

Организаторы: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан | АО «РАЦИН» | +7 (843) 221-77-95 | expo.racin@tatar.ru | tatagroekspo.ru

Н.Н. Андрияшина,
И.Н. Белоус,
В.Н. Адамко,
С.Н. Поцепай, ✉
В.В. Мамеев,
В.Ф. Шаповалов,
С.М. Сычев

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ snpotsepai@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Nellya N. Andryushina,
Igor' N. Belous,
Vasili N. Adamko,
Svetlana N. Potsepai,
Vasili V. Mameev,
Viktor F. Shapovalov,
Sergey M. Sychev

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ snpotsepai@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве, в зависимости от применяемых средств химизации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В полевом стационарном опыте на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве изучено влияние минеральных удобрений различной степени насыщенности и биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна озимой ржи сорта Московская-12.

Методы. Проведенными исследованиями (2019–2021 гг.) на опытном поле Новозыбковского филиала Брянского ГАУ установлено, что самый высокий урожай зерна озимой ржи (4,37 т/га) формировался при применении полного минерального удобрения $N_{90}P_{60}K_{150}$ на фоне обработки растений озимой ржи биопрепаратом Альбит.

Результаты. Под влиянием применяемых средств химизации отмечено улучшение биофизических показателей зерна озимой ржи. Содержание сырого белка в зерне озимой ржи в зависимости от применяемых систем удобрений изменялось от 11,3 до 13,5% при наибольшем его сборе (0,599 т/га) с единицы площади при применении системы удобрения $N_{90}P_{60}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит. Применение полного минерального удобрения (NPK) с последовательно возрастающими дозами калия как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой ржи более чем 2,1 раза в сравнении с контролем.

Ключевые слова: озимая рожь, минеральные удобрения, урожайность, биопрепарат Альбит, качество зерна, ^{137}Cs

Для цитирования: Андрияшина Н.Н., Белоус И.Н., Адамко В.Н., Поцепай С.Н., Мамеев В.В., Шаповалов В.Ф., Сычев С.М. Урожайность и качество зерна озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве, в зависимости от применяемых средств химизации. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 98–103. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-98-103>.

© Андрияшина Н.Н., Белоус И.Н., Адамко В.Н., Поцепай С.Н., Мамеев В.В., Шаповалов В.Ф., Сычев С.М.

Yields and grain quality of winter rye cultivated on sod-podzolic radioactively contaminated soil depending on the applied means of chemicalization

ABSTRACT

Relevance. The effect of mineral fertilizers of various degrees of saturation and the biological preparation Albit on the yields and quality of winter rye grain of the Moskovskaya-12 variety has been studied in a stationary field experiment on the radioactively contaminated sod-podzolic sandy loam soil.

Methods. The researchers conducted (2019–2021) at the experimental field of the Novozybkov branch of the Bryansk State Agrarian University established that the highest yield of winter rye grain (4.37 t/ha) was formed when using full mineral fertilizer $N_{90}P_{60}K_{150}$ against the background of treatment of winter rye plants with biopreparation Albit.

Results. Under the influence of the applied means of chemicalization, an improvement in the biophysical parameters of winter rye grain has been noted. The content of raw protein in winter rye grain, depending on the fertilizer systems used, has varied from 11.3 to 13.5% with its highest collection (0.599 t/ha) per unit area when using the $N_{90}P_{60}K_{150}$ fertilizer system in combination with the biopreparation Albit. The use of the complete mineral fertilizer (NPK) with consistently increasing doses of potassium both separately and in combination with the biopreparation Albit has contributed to a decrease in the specific activity of ^{137}Cs in winter rye grain by more than 2.1 times in comparison with the control.

Key words: winter rye, mineral fertilizers, yields, biopreparation Albit, grain quality, ^{137}Cs

For citation: Andryushina N.N., Belous I.N., Adamko V.N., Potsepai S.N., Mameev V.V., Shapovalov V.F., Sychev S.M. Yields and grain quality of winter rye cultivated on sod-podzolic radioactively contaminated soil depending on the applied means of chemicalization. Agrarian science. 2022; 362 (9): 98–103. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-98-103> (In Russian).

© Andryushina N.N., Belous I.N., Adamko V.N., Potsepai S.N., Mameev V.V., Shapovalov V.F., Sychev S.M.

Введение / Introduction

В современных условиях идет интенсификация производства товарного зерна, являющегося основой продовольственной безопасности страны, когда динамичность урожайности зерновых колосовых культур напрямую обусловлена тесной корреляционной связью с обеспеченностью почв макро- и микроэлементами, погоднo-климатическими условиями и хозяйственной деятельностью человека [1]. Устойчивый рост урожайности при высоком качестве зерна озимых культур в настоящее время возможен только на основе научно обоснованных, ресурсосберегающих и максимально адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона возделывания агротехнологий, включающих в себя подбор лучших предшественников, соблюдение норм высева и сроков сева, использование современных высокопродуктивных районированных сортов [2–6], а также расширенное использование удобрений как одного из важнейших факторов интенсификации земледелия в комплексе со средствами защиты растений [7–11] и биологически активными препаратами, регулирующими антистрессовое состояние растений при изменении окружающей среды [12, 13, 14]. Одной из наиболее важных зерновых культур в условиях дерново-подзолистых почв Центрального региона Нечерноземья является озимая рожь [15, 16, 17], формирование стабильно высоких урожаев зерна которой определяется условиями минерального питания, и в первую очередь наличием минерального азота [17, 18]. Следует также иметь в виду, что в условиях широкомасштабного радиоактивного загрязнения обширных территорий Европейской части Центрального региона Российской Федерации после аварии на ЧАЭС производство экологически безопасной продукции растениеводства — главная задача сельхозпроизводителей; наиболее эффективным агрохимическим приемом, уменьшающим удельную активность ^{137}Cs в товарной продукции, является применение повышенных доз калийных удобрений [19, 20, 21].

Цель исследований — дать агроэкологическую оценку эффективности комплексного применения минеральных удобрений и препарата Альбит при возделывании озимой ржи на радиоактивно загрязненной почве.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили в длительном стационарном полевом севооборотном опыте, заложенном на опытном поле Новозыбковского филиала Брянского ГАУ в 2014. Почва опытного участка — дерново-подзолистая супесчаная, до закладки опыта имела следующую характеристику: содержание органического вещества (по Тюрину) — 1,93–1,98; содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) — соответственно 442–458 и 138–146 мг/кг почвы; pH_{KCl} — 5,82–5,99. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs — 216–248 кБк/м².

Объект исследований — озимая рожь сорта Московская-12. Предшественник — узколистый люпин на зерно. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь опытной делянки первого порядка — 50 м², второго — 50 м², норма высева — 5,5 млн всхожих зерен на га, способ посева — рядовой.

Минеральные удобрения в форме аммиачной селитры (34,4 N), двойного гранулированного суперфосфата (48% P₂O₅), калия хлористого (56% K₂O) вносили

вручную вразброс. Всю расчетную дозу фосфорного удобрения вносили на этапе предпосевной культивации почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: N₆₀P₆₀ (N₃₀P₆₀ до посева); N₆₀P₆₀K₆₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₃₀ в весеннее возобновление вегетации); N₆₀P₆₀K₉₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₆₀ в весеннее возобновление вегетации); N₆₀P₆₀K₁₂₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₉₀ до посева + в весеннее возобновление вегетации); N₉₀P₉₀ (N₃₀P₆₀ до посева + N₃₀ в весеннее возобновление вегетации + N₃₀ в фазу выхода в трубку); N₉₀P₆₀K₉₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₆₀ в весеннее возобновление вегетации + N₃₀ в фазу выхода в трубку); N₉₀P₆₀K₁₂₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₉₀ в весеннее возобновление вегетации + N₃₀ в фазу выхода в трубку); N₉₀P₆₀K₁₅₀ (N₃₀P₆₀K₃₀ до посева + N₃₀K₁₂₀ в весеннее возобновление вегетации + N₃₀ в фазу выхода в трубку). Некорневую обработку препаратом Альбит осуществляли в фазу начала выхода озимой ржи в трубку из расчета 50 мг/га препарата. Препарат Альбит — действующее вещество: полибета — гидроксимасляная кислота + магний сернокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбомид [25].

Система защиты растений от вредных организмов предполагала применение следующих пестицидов: Фундазол 505 с.п. — 0,6 кг/га осенью в фазе кущения; Камзан М — 4 л/га в фазу выхода в трубку, Билетон 25% с.п. — 0,6 кг/га в фазу начала колошения, Децис 25% к.э. — 0,3 л/га в фазе цветения. Обработку посевов озимой ржи проводили без учета экономического порога вредоносности в качестве превентивной меры.

Агротехника возделывания озимой ржи в проводимых исследованиях соответствовала общепринятой для Центрального Нечерноземья.

Уборку озимой ржи проводили малогабаритным комбайном «Сампо-500» поделаноно, сплошным комбайнированием в фазу полной спелости зерна. Учет урожая — весовой. Урожайность приводили к 100% чистоте и стандартной влажности (14%). Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Схема полевого опыта, варианты: 1 — контроль (без удобрений), 2 — Альбит, 3 — N₆₀P₆₀, 4 — N₆₀P₆₀K₆₀, 5 — N₆₀P₆₀K₉₀, 6 — N₉₀P₆₀, 7 — N₉₀P₆₀K₉₀, 8 — N₉₀P₆₀K₁₂₀, 9 — N₉₀P₆₀K₁₅₀, 10 — Альбит, 11 — N₉₀P₆₀ + Альбит, 12 — N₉₀P₆₀K₉₀ + Альбит, 13 — N₉₀P₆₀K₁₂₀, 14 — N₉₀P₆₀K₁₅₀ + Альбит.

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым в агрономической службе методикам в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ. Качество зерна определяли стандартными методами: отбор проб, выделение навесок для определения показателей качества зерна — по ГОСТ 13586.3-83, содержание белка — по ГОСТ 10846-91, натура зерна — по ГОСТ 10840-64, масса 1000 зерен — по ГОСТ 10842-89, удельную активность ^{137}Cs определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии Маринелли.

Наиболее благоприятными по агроклиматическим условиям были 2020 и 2021 гг., 2019 г. характеризовался неустойчивым режимом увлажнения.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенные исследования свидетельствуют, что наименьший урожай зерна озимой ржи в среднем за 3 года (2,24 т/га) формировался на контрольном вариан-

те, а максимальный (4,37 т/га) — на фоне применения полного минерального удобрения $N_{90}P_{60}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит (табл. 1).

При внесении азотно-фосфорного удобрения $N_{60}P_{60}$ (фон I) отмечено увеличение урожайности зерна озимой ржи относительно контроля на 0,4 т/га, или на 17,8%, а при обработке растений озимой ржи биопрепаратом Альбит повышалась урожайность зерна озимой ржи в сравнении с контролем на 0,21 т/га, или на 9,4%. Применение калийных удобрений в последовательно возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. в составе $N_{60}P_{60}$ (фон I) способствовало повышению урожайности зерна озимой ржи на 0,57–0,83 т/га относительно контроля, или на 25,4–37,1%. При повышении дозы азотного удобрения N_{90} в составе $N_{90}P_{60}$ (фон II) повышалась урожайность зерна озимой ржи до 2,91 т/га, при этом величина прибавки к фону I составила 0,27 т/га (10,2%), а по отношению к контролю урожайность зерна озимой ржи увеличилась на 0,83 т/га.

Применение возрастающих доз калия от 90 до 150 кг/га в составе $N_{90}P_{60}$ (фон II) обеспечила повышенные урожайности озимой ржи с 2,91 до 3,60 т/га, прибавка к фону II составила 2,3–6,9 т/га. Обработка посевов озимой ржи биопрепаратом Альбит в комплексе с полным минеральным удобрением (NPK) с последовательно возрастающими дозами калия от 90 до 150 кг/га д.в. способствовала повышению урожайности зерна озимой ржи до 3,65–4,37 т/га, при этом прибавка урожайности от Альбита изменялась в пределах 0,51–0,77 т/га. Максимальный урожай зерна озимой ржи (4,37 т/га) формировался в варианте с применением полного минерального удобрения $N_{90}P_{60}K_{150}$ на фоне обработки посевов биопрепаратом Альбит.

Применяемые средства химизации способствовали повышению белковости зерна озимой ржи (табл. 2).

Отмечено, что под влиянием интенсификации средств химизации содержание сырого белка в зерне озимой ржи повышалось. Применение биопрепарата «Альбит» также способствовало повышению белковости зерна озимой ржи. Комплексное применение средств химизации способствовало активизации синтетических и метаболических процессов в растениях, что благоприятствовало улучшению синтетической активности листового аппарата и увеличило продолжительность его работы, что положительно сказалось на

Таблица 1. Урожайность зерна озимой ржи в зависимости от применяемых систем удобрений, т/га

Table 1. Grain yields of winter rye, depending on the applied fertilizer systems, t/ha

Вариант	Год	Урожайность			Среднее	Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.		к контролю	от применения препарата Альбит
Контроль (без удобрений)		2,07	2,29	2,35	2,24	-	-
Альбит		2,25	2,57	2,57	2,45	0,21	-
$N_{60}P_{60}$ — фон I		2,46	2,74	2,73	2,64	0,40	-
Фон I + K_{60}		2,66	2,92	2,86	2,81	0,57	-
Фон I + K_{90}		2,85	3,01	3,02	2,96	0,72	-
Фон I + K_{120}		2,99	3,13	3,09	3,07	0,83	-
$N_{90}P_{60}$ — фон II		2,76	3,06	2,92	2,91	0,67	-
Фон II + K_{90}		2,96	3,28	3,18	3,14	0,90	-
Фон II + K_{120}		3,22	3,44	3,47	3,38	1,14	-
Фон II + K_{150}		3,43	3,65	3,73	3,60	1,36	-
Фон II + Альбит		3,16	3,38	3,44	3,33	1,09	0,26
Фон II + K_{90} + Альбит		3,36	3,72	3,88	3,65	1,41	0,51
Фон II + K_{120} + Альбит		3,68	3,92	4,54	4,05	1,81	0,67
Фон II + K_{150} + Альбит		3,86	2/1,08	5,16	4,37	2,13	0,77
HCP_{05} т/га		0,22	0,23	0,32			

Таблица 2. Влияние средств химизации на показатели качества зерна озимой ржи (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 2. Influence of chemical means on winter rye grain quality indicators (average for 2019–2021)

Вариант	Содержание сырого белка, %	Сбор сырого белка, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Стекло-видность, %	Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг
Контроль (без удобрений)	11,3	0,253	35,4	696	15	47
Альбит	11,7	0,263	36,2	702	17	43
$N_{60}P_{60}$ — фон I	11,8	0,312	36,4	706	17	52
Фон I + K_{60}	12,4	0,348	37,8	708	18	45
Фон I + K_{90}	13,0	0,385	38,4	709	18	44
Фон I + K_{120}	12,5	0,384	38,5	711	19	37
$N_{90}P_{60}$ — фон II	12,8	0,372	38,9	708	18	51
Фон II + K_{90}	13,3	0,418	39,2	709	18	42
Фон II + K_{120}	13,4	0,453	39,3	712	19	32
Фон II + K_{150}	13,6	0,490	39,5	713	19	27
Фон II + Альбит	13,0	0,433	36,2	710	18	44
Фон II + K_{90} + Альбит	13,2	0,482	39,3	712	19	35
Фон II + K_{120} + Альбит	13,4	0,543	39,6	716	19	24
Фон II + K_{150} + Альбит	13,7	0,599	39,7	718	20	22
HCP_{05} т/га	0,29		1,3	5	3	6

повышении белковости зерна озимой ржи. Наибольшее содержание (13,7%) сырого белка в зерне озимой ржи зафиксировано в варианте с комплексным применением удобрений и биопрепарата Альбит ($N_{90}P_{60}K_{150}$ + Альбит). В этом варианте получен максимальный сбор сырого белка (0,599 г/га) с единицы площади посева.

Одним из весьма значимых показателей качества зерна озимой ржи является масса 1000 зерен, которая характеризует зерно с точки зрения его крупности, свидетельствуя о запасе питательных веществ в зерне и его технологических свойствах, поскольку в результате переработки зерна большая часть зерновых представлена эндоспермом наиболее ценной его частью [19]. В наших исследованиях наименьшая масса 1000 зерен (35,42 г) в среднем отмечена на контрольном варианте (табл. 2).

Под влиянием обработки посевов озимой ржи биопрепаратом Альбит масса 1000 зерен озимой ржи по сравнению с контролем увеличивалась на 0,82 г или на 10,2%, а под влиянием последовательно возрастающих доз минеральных удобрений масса 1000 зерен увеличивалась с 36,4 до 29,7 г. Наиболее высокая масса 1000 зерен формировалась при комплексном применении удобрений и биопрепарата Альбит: 39,7 г в варианте $N_{90}P_{60}K_{150} + \text{Альбит}$.

Важнейшим показателем качества зерна озимой ржи принято считать стекловидность зерна, которая характеризует в определенной степени структуру внутренних тканей зерновки. Стекловидное зерно, как правило, обладает прочной связью «крахмал — белок», его эндосперм содержит белка больше, чем эндосперм мучнистого зерна. При этом размол эндосперма стекловидного зерна сопровождается выходом промежуточные продуктов помола — крупки, которых всегда больше, что в конечном итоге повышает качество муки [22].

В наших исследованиях стекловидность зерна озимой ржи по изучаемым вариантам опыта изменялась в среднем в пределах 15–20% и повышалась под влиянием применяемых средств химизации. Лучшие показатели стекловидности зерна озимой ржи были получены при комплексном использовании средств химизации.

Добротность зерна, используемого в хлебопекарном производстве, издавна определялась таким показателем, как натура. Согласно ГОСТу 27850-88, зерно для экспорта должно иметь натура не менее 715 г/л [23]. Исследованиями установлено, что натура зерна озимой ржи в эксперименте была на уровне базисных кондиций. Применяемые средства химизации повышали этот показатель.

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.

При радиоактивном загрязнении обширных территорий главным показателем, определяющим качество сельскохозяйственной продукции, является концентрация в ней радионуклидов [24].

Проведенные исследования свидетельствуют, что размеры удельной активности основного дозообразующего радионуклида ^{137}Cs в зерне озимой ржи определялись влиянием применяемых средств химизации. В среднем за годы исследований удельная активность в зерне озимой ржи на контрольном варианте составляла 47 Бк/кг при нормативе 70 Бк/кг. Изучаемые системы удобрений с последовательно возрастающими дозами калия, как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит способствовали уменьшению поступления радионуклидов в растения озимой ржи. Следует также учитывать, что повышение урожайности косвенно способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой ржи за счет эффекта «биологического разбавления». Наименьшая удельная активность ^{137}Cs 225 Бк/кг получена при комплексном применении средств химизации в варианте $N_{90}P_{60}K_{150} + \text{Альбит}$, она в 2,1 раза меньше, чем в контрольном варианте.

Выводы / Conclusion

Проведенными исследованиями по возделыванию озимой ржи на дерново-подзолистой, супесчаной радиоактивно загрязненной почве в звене полевого севооборота установлено, что наиболее высокая урожайность озимой ржи (4,37 т/га) формируется при применении минеральной системы удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит. Комплексное применение средств химизации способствует улучшению биофизических показателей качества зерна озимой ржи. Содержание сырого белка в зерне озимой ржи повышалось с 11,3 до 13,5% при максимальном сборе белка 0,599 т/га. Масса 1000 зерен повышалась с 35,4 до 39,7 г, натурная масса зерна изменялась от 696 до 718 г/л, стекловидность — с 18 до 19%. Наименьшая удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой ржи 22 Бк/кг (норматив — 70 Бк/кг) получена в варианте $N_{90}P_{60}K_{150} + \text{Альбит}$.

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. Лукманов А.А., Маметов М.И., Давлятилин И.Д. Корреляционные связи между агрохимическими свойствами и урожайностью яровой пшеницы в условиях средней полосы лесостепи // *Достижения науки и техники АПК*, 2016. 9, 81-83.
2. Шмырева Н.Я. и др. Потоки и баланс азота почвы в условиях севооборота на эродированной дерново-подзолистой почве (исследования С[15]N). Сообщение 1: Озимая рожь. *Плодородие*. 2018. 4 (103). 2-5.
3. Е.Н. Шаболкина и др. Перспективы селекции озимой ржи на хлебопекарные цели. *Зерновое хозяйство России*. 2018. 6. 59-63.
4. Богомолова Ю.А., Саков А.П., Ивенин А.В. Энергетическая и экономическая эффективность выращивания сельскохозяйственных культур в ротации зернового севооборота и при использовании различных систем обработки светлого-Вятского региона. *Аграрная наука*. 2018. 4. 49-54.
5. Мальцев И.Г. и др. Влияние технологий обработки почвы и гербицидов на засоренность и продуктивность сельскохозяйственных культур. *Защита и карантин растений*. 2019. 3. 12-16.

REFERENCES

1. Lukmanov A.A., Mametov M.I., Davlyatilin I.D. Correlations between agrochemical properties and yields of spring wheat in the conditions of the middle zone of the forest steppe // *Achievements of Science and Technology APK*, 2016. 9, 81-83. (In Russian)
2. Shmyreva N.Ya. et. al/ Soil nitrogen flows and balance in crop rotation conditions on eroded sod podzolic soil (studies from [15]N). Message 1: Winter rye. *Fertility*. 2018. 4 (103). 2-5. (In Russian)
3. E.N. Shabolkina et al. Prospects of winter rye breeding for baking purposes. *Grain farming of Russia*. 2018. 6. 59-63. (In Russian)
4. Bogomolova Yu.A., Sakov A.P., Ivenin A.V. Energy and economic efficiency of growing crops in the rotation of grain crop rotation and when using various processing systems of the Svetlo Vyatka region. *Agrarian Science*. 2018. 4. 49- 54. (In Russian)
5. Maltsev I.G. et. al. The influence of tillage technologies and herbicides on the contamination and productivity of agricultural crops. *Protection and quarantine of plants*. 2019. 3. 12-16. (In Russian)

6. А.А. Гончаренко и др. Селекция инбредных линий озимой ржи (*Secale cereale* L.) на общую и специфическую комбинационную способность и ее связь с селекционными признаками. *Сельскохозяйственная биология*. – 2019. 1. 38-46.
7. С.Э. Старых и др. Изучение влияния длительного применения удобрений на органическое вещество дерново-подзолистой почвы методом ИК спектроскопии. *Агрохимический вестник*. 2019. 2. 17-22.
8. Мамеев В.В. и др. Реализация потенциальной продуктивности озимой ржи в почвенно-климатических условиях Брянской области. *Вестник Брянской ГСХА*. 2019. 2. 20-27.
9. Арефин А.А. и др. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна смеси озимой ржи с озимой викой в условиях Западной Сибири. *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2019. 4. 51-53.
10. Титова В.И. и др. Влияние азота минеральных и органических удобрений на развитие озимой ржи в начальный период поста. *Плодородие*. 2019. 4(109). 15-18.
11. Прудников П.В. и др. Применение фосфоритной муки и хлористого калия при возделывании полевых культур в Брянской области. *Агрохимический вестник*. 2019. 4. 50-51.
12. В.В. Лапа, Н.А. Михайловская, С.А. Касьянчик и др. Эффективность бактериальных удобрений азобактерин и калиплант при возделывании зерновых культур на эродированных дерново-подзолистых суглинистых почвах. *Агрохимия*. 2020. 2. 28-36.
13. Тиранова Л.В. и др. Эффективность комплексного использования минеральных удобрений и микробиологических удобрений на урожайность озимой ржи в условиях Новгородской области. *Аграрная наука*. 2021. 2. 81-83.
14. Тиранова Л.В. Влияние способов применения Азотовита и Фосфатовита на урожайность озимой ржи и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. *Плодородие*. 2021. 2(119). 38-41.
15. Завьялова Н.Е. Влияние минерального питания на урожайность и качество зерна озимой ржи в условиях Предуралья / Н.Е. Завьялова, Д.Г. Шишков, О.В. Иванова // *Плодородие*. 2020. 2(113). 23-26.
16. Шайкова Т.В. и др. Влияние минеральных и комплексных удобрений на зерновую продуктивность озимой ржи в условиях Северо-Запада России. *Кормопроизводство*. 2020. 9. 19-23.
17. Завьялова Н.Е. и др. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в вегетационный период озимой ржи. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. 3. 36-39.
18. Завьялова Н.Е. и др. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, содержание основных элементов питания и тяжелых металлов в озимой ржи. *Агрохимия*. 2021. 4. 49-56.
19. Белоус И.Н., Харкевич Л.П., Адамко В.Н. Влияние систем удобрений на урожай и качество зерна озимой ржи. *Агрохимический вестник*. 2014. 1. 38-40.
20. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Малайко Г.П. Применение систем удобрения при возделывании озимой ржи в условиях юго-запада Нечерноземья. *Агрохимия*. 2017. 9. 49-57.
21. Федоркова М.В., Белова Н.В., Пахненко Е.П., Шаповалов В.Ф., Андреева Н.В. Эффективность систем удобрения на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой песчаной почве. *Агрохимия*. 2014. 11. 74-81.
22. Неволина К.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в Предуралье. *Достижения науки и техники АПК*. 2013. 5. 27-29.
23. Ермолаева Т.Я., Надеждина Н.Н., Кулеватова Т.В. Технологические свойства озимой ржи. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. 7. 5-7.
24. Пакшина С.М. и др. Механизмы формирования удельной активности ¹³⁷Cs в зерне озимой ржи. *Вестник Брянской ГСХА*. 2018. 2(66). 12-19.
25. Злотников А.К., Злотников К.М. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессам. *Агро XXI*. 2007. 10. 37-38.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М: *Агропромиздат*. 1985. 135.
27. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Ветеринарные правила и нормы ВП13.5.13/06 01. *Ветеринар. Патология*, 2002, 4. 44-45.
6. A.A. Goncharenko et al. Selection of inbred lines of winter rye (*Secale cereale* L.) for general and specific combinational ability and its relationship with breeding traits. *Agricultural Biology*. 2019. 1. 38-46. (In Russian)
7. S.E. Starykh et al. Study of the effect of prolonged use of fertilizers on the organic matter of sod podzolic soil by IR spectroscopy. *Agrochemical Bulletin*. 2019. 2. 17-22. (In Russian)
8. Mameev V.V. et al. Realization of the potential productivity of winter rye in the soil and climatic conditions of the Bryansk region. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2019. 2. 20-27. (In Russian)
9. Arefin A.A. et al. Influence of mineral fertilizers on grain yield of a mixture of winter rye with winter vetch in Western Siberia. *International Agricultural Journal*. – 2019. 4. 51-53. (In Russian)
10. Titova V.I. et al. The influence of nitrogen of mineral and organic fertilizers on the development of winter rye in the initial period of fasting. *Fertility*. – 2019. 4 (109). 15-18. (In Russian)
11. Prudnikov P.V. et al. The use of phosphorous flour and potassium chloride in the cultivation of field crops in the Bryansk region. *Agrochemical Bulletin*. 2019. 4. 44-50. (In Russian)
12. V.V. Lapa, N.A. Mikhailovskaya, S.A. Kasyanchik et al. The effectiveness of bacterial fertilizers azobacterin and caliplant in the cultivation of grain crops on eroded sod podzolic loamy soils. *Agrochemistry*. 2020. 2. 28-36. (In Russian)
13. Tiranova L.V. et al. Efficiency of complex use of mineral fertilizers and microbiological fertilizers on the yield of winter rye in the conditions of the Novgorod region. *Agrarian Science*. 2021. 2. 81-83. (In Russian)
14. Tiranova L.V. Influence of methods of application of Azotovite and Phosphatovite on the yield of winter rye and the fertility of sod podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. *Fertility*. 2021. 2(119). 38-41. (In Russian)
15. Zavyalova N.E. et al. The influence of mineral nutrition on the yield and quality of winter rye grain in the conditions of the Urals. *Fertility*. 2020. 2(113). 23-26. (In Russian)
16. Shaikova T.V. et al. Influence of mineral and complex fertilizers on grain productivity of winter rye in the conditions of the North West of Russia. *Feed production*. 2020. 9. 19-23. (In Russian)
17. Zavyalova N.E. et al. Change of agrochemical properties sod podzolic soil in the growing season of winter rye. *Russian agricultural science*. 2020. 3. 36-39. (In Russian)
18. Zavyalova N.E. et al. The influence of mineral fertilizers on the fertility of sod podzolic soil, the content of basic nutrients and heavy metals in winter rye. *Agrochemistry*. 2021. 4. 49-56. (In Russian)
19. Belous I.N., Harkevich L.P., Adamko V.N. The influence of fertilizer systems on the yield and grain quality of winter rye. *Agrochemical Bulletin*. 2014. 1. 38-40. (In Russian)
20. Belous N.M., Shapovalov V.F., Malyavko G.P. Application of fertilizer systems in the cultivation of winter rye in the south west of the Non black Soil Zone. *Agrochemistry*. 2017. 9. 49-57. (In Russian)
21. Fedorkova M.V., Belova N.V., Pakhnenko E.P., Shapovalov V.F., Andreeva N.V. Efficiency of fertilizer systems on radioactively contaminated sod podzolic sandy soil. *Agrochemistry*. 2014. 11. 74-81. (In Russian)
22. Nevolina K.N. Influence of mineral fertilizers on yield and grain quality of winter grain crops in the Urals. *Achievements of science and technology of the agro industrial complex*. 2013. 5. 27-29. (In Russian)
23. Ermolaeva T.Ya., Nadezhkina N.N., Kulevatova T.B. Technological properties of winter rye. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2014. 7. 5-7. (In Russian)
24. Pakshina S.M. et al. Mechanisms of formation of specific activity of ¹³⁷Cs in winter rye grain. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. – 2018. 2(66). 12-19. (In Russian)
25. Zlotnikov A.K., Zlotnikov K.M. The use of a biological product to increase plant resistance to drought and other stresses. *Agro XXI*. 2007. 10. 37-38. (In Russian)
26. Dospechov B.A. Methods of field experiments with the basics of statistical processing of research results. M: *Agropromizdat*. 1985. 135. (In Russian)
27. Veterinary and sanitary requirements for radiation safety of feed, feed additives, feed raw materials. Permissible levels of radionuclides ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs. Veterinary rules and norms VP13.5.13/06 01// *Veterinar. Pathology*, 2002, 4. 44-45. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Нелля Николаевна Андриюшина, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет, 2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0001-6244-2283>

Игорь Николаевич Белоус, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет, 2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365,

Российская Федерация,

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-6209-7069>

Василий Николаевич Адамко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет, 2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

e-mail: ngsjs-vniia@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4552-9237>

Светлана Николаевна Поцепай, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент института экономики и агробизнеса

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет, 2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

e-mail: snpotsepai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

Василий Васильевич Мамеев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет

2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

e-mail: vmameev@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>

Виктор Федорович Шаповалов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Брянский государственный аграрный университет

2а, ул. Советская, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-8949-2384>

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

E-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

ABOUT THE AUTHORS:

Nellya Nikolaevna Andryushina, Postgraduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0001-6244-2283>

Igor Nikolaevich Belous, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-6209-7069>

Vasili Nikolaevich Adamko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: ngsjs-vniia@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4552-9237>

Svetlana Nikolaevna Potsepai, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Institute of Economics and Agribusiness

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: snpotsepai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

Vasili Vasil'yevich Mameev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: vmameev@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>

Viktor Fyodorovich Shapovalov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-8949-2384>

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

E-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

**В.Е. Ториков,
О.В. Мельникова,
Г.П. Малявко,
А.А. Осипов,
Г.Е. Дорных,
С.М. Сычев**

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация



Поступила в редакцию:
05.05.2022

Одобрена после рецензирования:
01.09.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

**Vladimir E. Torikov,
Olga V. Melnikova,
Galina P. Malyavko,
Alexey A. Osipov,
Galina E. Dornyykh,
Sergey M. Sychev**

*Bryansk State Agrarian University, v. Kokino,
Bryansk region, Russian Federation*



Received by the editorial office:
05.05.2022

Accepted in revised:
01.09.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. В агроклиматических условиях Брянской области проведена оценка отзывчивости современных сортов озимой тритикале на изменения в уровне азотного питания при разных нормах высева семян. Объектом исследований послужили новые сорта озимой тритикале, возделываемые по интенсивной технологии на серых лесных хорошо окультуренных почвах. Цель исследований — выявить потенциал реализации урожайности и качество зерна современных сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян. Полевые опыты проводили в учебно-опытном хозяйстве Брянского ГАУ в 2019–2021 гг. в плодосменном севообороте: вико-овсяная смесь на зеленый корм, озимая тритикале, картофель, яровая пшеница.

Результаты. Было установлено, что урожайность зерна изучаемых сортов во многом зависела от сложившихся в период вегетации посевов условий влаго- и теплообеспеченности. На варианте опыта с внесением $N_{168}P_{96}K_{96}$ (весной в подкормку аммиачная селитра N24 и сульфат аммония N10, в фазу начала выхода в трубку — аммиачная селитра N24 и сульфат аммония N10) следует выделить сорта озимой тритикале Торнадо, Руно, Нина, Импульс, Трибун, Корнет и Легион, которые сформировали программированный уровень урожайности зерна — от 85 до 100 ц/га. Сорта Динамо, Немчиновская 56, Промет и Валентин обеспечили урожай в среднем от 83,3 до 84,4 ц/га. Все изучаемые сорта формировали стабильную урожайность зерна с высоким содержанием сырого протеина и клейковины. На хорошо окультуренных почвах при использовании высоких норм минеральных удобрений и баковых смесей гербицидов против сорной растительности нормы высева семян озимой тритикале можно снижать до 4,5 и 5,0 млн шт. всхожих семян на 1 га, что позволяет рекомендовать данные агротехнические приемы для внедрения в производство в качестве важнейшего фактора роста урожайности зерна высокого качества.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, температура, осадки, продуктивность, качество зерна, натура, белок, клейковина

Для цитирования: Ториков В.Е., Мельникова О.В., Малявко Г.П., Осипов А.А., Дорных Г.Е., Сычев С.М. Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян. *Аграрная наука*. 2022; 362 (9): 104–111. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-104-111>

© Ториков В.Е., Мельникова О.В., Малявко Г.П., Осипов А.А., Дорных Г.Е., Сычев С.М.

Dependence of crop capacity and grain quality of winter triticale varieties on the level of mineral nutrition and seeding rates

ABSTRACT

Relevance and methodology. The response of present winter triticale varieties to the nitrogen nutrition level was assessed at different seeding rates in the agro-climatic conditions of the Bryansk region. The research object was a set of new winter triticale varieties cultivated by intensive technology on gray forest tame soils in the Bryansk region. The purpose of the research was to identify the potential of crop capacity and grain quality of present varieties of winter triticale, depending on the mineral nutrition level and seeding rates. Field experiments were carried out in the educational and experimental farm of the Bryansk State Agrarian University in 2019–2021 with the following crop rotation system: vetch-oats mixture for green fodder, winter triticale, potato, spring wheat.

Results. It was established that the grain yield of the varieties under study largely depended on the conditions of moisture and heat availability in the growing season. In the experiment variant with $N_{168}P_{96}K_{96}$ and additional fertilizing of ammonium nitrate and ammonium sulfate at the rates of N24 and N10 during spring vegetation and in the shooting stage, the varieties Tornado, Runo, Nina, Impulse, Tribune, Carnet and Legion were distinguished due to the producing programmed grain yield — from 85 to 100 ctw/ha. The grain yield of the varieties Dynamo, Nemchinovskaya 56, Promet and Valentin was from 83.3 to 84.4 ctw/ha on average. In the experiment years all the varieties under study formed stable yields and grain with a high content of crude protein and gluten. On tame soils, with high rates of mineral fertilizers and tank mix of herbicides, the seeding rates of winter triticale seeds can be reduced to 4.5 and 5.0 mln pcs of germinating seeds per 1 ha, therefore, these agrotechnical techniques can be recommended into production as the most important factor of increase of high-quality grain yield.

Key words: winter triticale, variety, yield, quality, thousand-kernel weight, crude protein, crude gluten, crude starch, falling number

For citation: Torikov V.E., Melnikova O.V., Malyavko G.P., Osipov A.A., Dornyykh G.E., Sychev S.M. Dependence of crop capacity and grain quality of winter triticale varieties on the level of mineral nutrition and seeding rates. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 104–111. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-104-111> (In Russian).

© Torikov V.E., Melnikova O.V., Malyavko G.P., Osipov A.A., Dornyykh G.E., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Важнейшей задачей АПК Российской Федерации остается производство зерна высокого качества, пригодного как для хлебопечения, так и для заготовки зернофуража. Среди зерновых культур, которые обладают и высокой экологической пластичностью ржи, и урожайностью и качеством зерна пшеницы, выделяется озимая тритикале (*Triticosecale Wittmack ex A. Camus*) [1, 2].

В последние годы тритикале как новая зерновая культура получила наибольшее распространение в Германии, Польше, Республике Беларусь и Российской Федерации. Это связано с высокими её адаптивными свойствами, обеспечивающими высокую урожайность качественного зерна. Уникальные биохимические и технологические характеристик зерна тритикале определяют различные варианты его использования на продовольственные цели и для нужд животноводства. Это делает культуру особо привлекательной в ряду других зерновых хлебов [3–10].

Однако высокая потенциальная урожайность озимой тритикале, составляющая 10 т/га и более, пока реализуется не в полной мере. Поэтому разработка и совершенствование основных элементов интенсивной технологии возделывания, адаптированных к условиям произрастания с учетом сортовой специфики, позволит полнее реализовать высокий генетический потенциал озимой тритикале. Этот вопрос является актуальным и имеет важное практическое значение [11–14].

На юго-западе Центрального региона России элементы интенсивной технологии возделывания озимой тритикале изучены ещё недостаточно. Озимые злаки можно отнести к культурам с климатообусловленной урожайностью, поскольку они испытывают комплексное влияние погодных условий всех сезонов года. Применительно к сортам озимой тритикале нового поколения остаются малоизученными такие важные технологии, как нормы внесения минеральных удобрений, наиболее оптимальные нормы высева семян. Кроме того, в связи с внедрением в производство новых сортов тритикале остаются актуальным изучение процесса формирования высокой урожайности зерна хорошего качества [15–19].

В связи с этим целью наших исследований явилось выявить потенциал реализации урожайности и качество зерна современных сортов озимой тритикале в зависимости от уровня минерального питания и норм высева семян при их возделывании на серых лесных почвах Брянской области.

Материал и методы исследования / Materials and method

Полевые опыты проводили в учебно-опытном хозяйстве Брянского ГАУ в 2019–2021 гг. в плодосменном севообороте со следующим чередованием сельскохозяйственных культур: вико-овсяная смесь на зеленый корм, озимая тритикале, картофель, яровая пшеница. В качестве объектов исследований использовали различные по происхождению сорта озимой тритикале.

Почва опытного поля — серая лесная, среднесуглинистого гранулометрического состава, сформирована на лессовидном карбонатном суглинке, хорошо окультурена. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляет 3,5–3,6% (по Тю-

рину); подвижного фосфора — 280–320 мг/кг и обменного калия — 178–195 мг/кг (по Кирсанову), реакция почвенного раствора pH_{KCl} 5,5–5,6.

По многолетним данным агрометеорологической станции Брянского ГАУ, среднегодовая температура воздуха составляет 7,5 °С, сумма активных положительных температур колеблется от 2450 до 2730 °С. Отмечаются годы с достаточным увлажнением и неравномерным выпадением осадков в весенне-летний период, в среднем выпадает 690 мм осадков в год. Наибольшее их количество — более 30% от годового количества — выпадает в летний период, что составляет в среднем 228 мм.

Для продуктивного роста и развития озимой тритикале важнейшим показателем влаго- и теплообеспеченности посевов является гидротермический коэффициент (табл. 1). ГТК характеризует обеспеченность вегетирующих посевов почвенной влагой и теплом, начиная с осенней вегетации. За последние 7 лет в Брянской области наблюдается с осени дефицит влаги в слое почвы 0–10 см.

Постоянное снижение гидротермического коэффициента в период сева и осенней вегетации указывает на наличие средней, а иногда и сильной засухи из-за недостаточного количества выпадающих осадков в августе и сентябре. В регионе риск сильных атмосферных засух составляет в сентябре — 16%, мае — 12%, августе — 20%.

Наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования урожая зерна складывались в период вегетации растений озимой тритикале в осенний период 2019 г. и течение мая и июля 2020 г., когда ГТК — показатель влаго- и теплообеспеченности — составил 2,19 ед.; среднее многолетнее его значение составляет 1,3 ед..

Изучаемые сорта озимой тритикале возделывали по интенсивной технологии. Посев проводили в оптимальные для региона сроки — с 8 по 10 сентября, при глубине заделки семян 5–6 см и нормах высева из расчета 4,5–5,0–5,5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Минеральные удобрения на планируемый уровень урожайности зерна 7,0 т/га вносили локально-локально до посева сеялкой СЗТ-3,6 — азофоску из расчета N96 P96 K96 (вариант 1). Для получения программированной урожайности 8,0 т/га дополнительно при возобновлении весенней вегетации (ВВВ) в подкормку вносили аммиачную селитру в дозе N24 и сульфат аммония N10 (вариант 2 — N130 P96 K96). На 3-м варианте опыта при ВВВ в подкормку вносили аммиачную селитру в дозе N24 и сульфат аммония N10, в фазу начала выхода в трубку проводили дополнительную подкормку аммиачной селитрой в дозе

Таблица 1. Показатели влаго- и теплообеспеченности (ГТК)* за период вегетации озимой тритикале 2018–2021 гг.

Table 1. Indicators of moisture and heat availability (hydrothermal index)* during the growing season of winter triticale in 2018–2021

Годы	ГТК					
	Август	Сентябрь	Май	Июнь	Июль	Май – июль
2018–2019	0,22	0,80	2,19	1,02	1,76	1,34
2019–2020	0,60	1,10	6,21	2,18	1,30	2,19
2020–2021	0,81	0,45	3,71	2,62	0,65	2,10
Среднее многолетнее	0,90	1,10	1,50	1,30	1,40	1,30

Примечание: * — гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селяинову.

Таблица 2. Урожайность зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня азотного питания, ц/га

Table 2. Correlation between grain yield of winter triticale varieties and the nitrogen nutrition level, cwt/ha

Сорт	Год опыта	Фон минерального питания			НСР ₀₅
		N96 P96 K96	N130 P96 K96	N168 P96 K96	
Динамо	2019	64,3	75,2	82,3	2,23
	2020	75,2	80,5	86,7	1,85
	2021	61,1	72,3	80,9	2,31
	В средн.	66,8	76,0	83,3	
Нина	2019	68,7	73,9	86,1	2,33
	2020	72,6	88,6	93,0	1,96
	2021	64,7	73,5	86,5	2,28
	В средн.	68,6	78,7	88,5	
Импульс	2019	66,7	78,2	87,4	2,21
	2020	78,1	85,4	91,1	1,80
	2021	62,3	74,0	84,3	2,33
	В средн.	69,0	79,2	87,6	
Немчиновская 56	2019	62,9	73,6	85,6	2,62
	2020	72,1	77,3	86,6	1,98
	2021	58,8	69,3	80,7	2,25
	В средн.	64,6	73,4	84,3	
Руно	2019	68,1	72,7	89,8	2,36
	2020	76,9	85,5	93,7	1,87
	2021	63,0	73,6	84,3	2,34
	В средн.	69,3	77,2	89,2	
Промет	2019	67,7	76,2	84,4	2,12
	2020	74,5	81,2	87,7	1,63
	2021	62,6	72,3	81,2	2,16
	В средн.	68,2	76,5	84,4	
Валентин	2019	66,3	77,8	84,8	2,43
	2020	75,9	82,3	87,9	1,91
	2021	63,1	71,1	80,4	2,35
	В средн.	68,4	77,0	84,3	
Трибун	2019	65,6	74,5	84,2	2,14
	2020	73,4	80,3	96,3	1,77
	2021	62,3	70,8	81,7	2,42
	В средн.	67,1	75,2	87,4	
Торнадо	2019	77,6	86,3	98,3	2,64
	2020	85,2	96,2	106,8	1,97
	2021	75,3	85,2	96,6	2,15
	В средн.	79,4	89,2	100,6	
Корнет	2019	63,2	73,2	83,7	2,55
	2020	67,3	78,7	89,4	1,92
	2021	62,2	71,1	82,2	2,46
	В средн.	64,2	74,3	85,1	
Легион	2019	68,6	77,8	85,7	2,21
	2020	76,5	82,3	87,4	1,75
	2021	64,3	72,2	83,6	2,34
	В средн.	69,8	77,4	85,6	

N24 и сульфатом аммония N10. Минеральные удобрения — N168 P96 K96 —вносили на планируемый уровень урожайности зерна 9,0 т/га.

Семена за 10 дней до посева протравливали фунгицидно-инсектицидными препаратами Оплот Трио, 0,6 л/т + Табу», 0,6 л/т. На всех вариантах опыта в фазу кущения и выхода в трубку проводили комплексные защитные мероприятия от сорняков, вредителей и болезней пестицидами в составе баковой смеси: первая обработка —гербицидом Балерина супер 0,5 л/га, вторая гербицидная обработка — баковой смесью Ластик Топ 0,5 л/га + Адьо 0,2 л/га, две фунгицидно-инсектицидные обработки баковой смесью препаратами (Колосаль Про 0,4 л/га, Ракурса 0,4 л/га, Спирит 0,7 л/га, Борей Нео 0,15 л/га, Адьо 0,3 л/га.

Хозяйственную урожайность зерна учитывали по каждому варианту и повторности опыта сплошным способом малогабаритным комбайном SR2010 TERRION с дальнейшим пересчетом на стандартную влажность (14%). Качественные показатели зерна определяли в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ: массу 1000 зерен — по ГОСТ 10842-89; содержание сырого протеина в зерне — по ГОСТ 10846-91; содержание сырой клейковины — по ГОСТ 54478-2011, число падения — на приборе ПЧП-3. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В годы проведенных полевых опытов нами было отмечено, что урожайность зерна у всех изучаемых сортов во многом зависела от сложившихся в период вегетации посевов условий влаго- и теплообеспеченности. Наиболее благоприятно складывались климатические условия для роста и развития растений озимой тритикале в осенний период 2019 г. Важно отметить, что во все годы опытов перезимовка посевов проходила под достаточным снежным покровом. К весне растения всех изучаемых сортов хорошо перезимовывали. Средняя их зимостойкость находилась в интервале 4,8–5,0 баллов. Растений, пораженных вредителями, снежной плесенью и другими болезнями, не наблюдалось, так как перед посевом

семена были заблаговременно обработаны инсекто-фунгицидными препаратами Оплот Трио, 0,6 л/т+ Табу, 0,6 л/т.

Наибольшая урожайность зерна была получена при благоприятных условиях для роста, развития, закладки и формирования зерновки в начальный период вегетации растений осенью 2019 г. и в течение мая — июля 2020 г., когда показатель влаго-и теплообеспеченности составил 2,19 ед.; среднее многолетнее его значение — 1,3 ед.

Проведенная нами листовая диагностика по методике В.В. Церлинг показала, что до проведения подкормки во время возобновления весенней вегетации на всех вариантах опыта растения были средне обеспечены азотом, в фазу выхода в трубку произраставшие растения на вариантах 2 и 3 имели высокую и очень высокую обеспеченность азотом, так как были проведены, соответственно, одна и две азотные подкормки. На контроле (вариант 1), где весной азотную подкормку не проводили, растения имели среднюю обеспеченность азотом.

Формирование хозяйственной урожайности зерна у изучаемых сортов озимой тритикале изменялось в зависимости от уровня обеспеченности азотным питанием на протяжении всего периода вегетации. Во все годы опытов было отмечено, что при дробном внесении азотных удобрений во время ВВВ — аммиачной селитры из расчета N24 и сульфата аммония в дозе N10 (вариант 2 — N130 P96 K96) — урожайность увеличивалась на 8–9 ц/га по сравнению с контролем (вариант 1), где весной азотную подкормку не проводили (табл. 2).

На фоне высокого азотного питания (вариант 3 — N168 P96 K96), когда при ВВВ внесли в первую подкормку аммиачную селитру в дозе N24 и сульфат аммония из расчета N10, а в фазу начала выхода в трубку (во вторую подкормку) использовали аммиачную селитру в дозе N24 и сульфат аммония N10, урожайность зерна по сравнению с вариантом 2 увеличивалась у всех изучаемых сортов на 8,7% (сорт Валентин) — 13,3% (сорт Легион).

В результате проведенного нами ранжирования сортов по урожайности зерна выявлено, что в варианте 3 наиболее урожайными оказались сорта Торнадо, Руно, Нина, Импульс, Трибун, Корнет и Легион, которые сформировали планируемую урожайность зерна — от 85 до 100 ц/га. Все другие изучаемые сорта — Динамо, Немчиновская 56, Промет и Валентин — также оказались отзывчивыми на вносимые весной азотные подкормки и обеспечили в среднем урожайность зерна от 83,3 до 84,4 ц/га.

Одно из слабых мест в архитектонике многих сортов озимой тритикале — относительная длинностебельность, влекущая за собой неустойчивость к полеганию. Этот недостаток сдерживает применение повышенных норм внесения азотных удобрений и получение запрограммированного уровня урожайности зерна с хорошим качеством. По мнению многих ученых и практиков, с полеганием связана не только трудность механизиро-

Таблица 3. Корреляционная зависимость урожайности зерна сортов озимой тритикале от высоты растений (N130P96K96)

Table 3. Correlation dependence of grain yield of winter triticale varieties on plant height (N130P96K96)

Сорт	Высота растений, см	Коэффициент корреляции (r)	Уравнение парной линейной регрессии	Коэффициент детерминации r ²
Динамо	132	-0,986	$y = 166,20000 - 0,68333 \cdot x$	0,972
Нина	120	0,826	$y = -75,71648 + 1,29011 \cdot x$	0,682
Импульс	128	0,989	$y = -42,40000 + 0,95000 \cdot x$	0,977
Немчиновская 56	121	-0,972	$y = 298,95385 - 1,86923 \cdot x$	0,945
Руно	146	-0,657	$y = 146,88007 - 0,47680 \cdot x$	0,432
Промет	128	-0,947	$y = 171,39536 - 0,74278 \cdot x$	0,896
Валентин	109	-0,994	$y = 280,53333 - 1,86667 \cdot x$	0,987
Трибун	101	-0,880	$y = 141,20161 - 0,65565 \cdot x$	0,775
Торнадо	164	-0,721	$y = 224,53333 - 0,82500 \cdot x$	0,519
Корнет	115	-0,904	$y = 141,26786 - 0,58036 \cdot x$	0,816
Легион	95	0,726	$y = 17,64175 + 0,62718 \cdot x$	0,527

ванной уборки, но и большие потери урожая — до 50% и более.

Нами была рассмотрена корреляционная зависимость урожайности зерна сортов озимой тритикале от высоты растений изучаемых сортов (вариант 3 — N130P96K96) на фоне высокого азотного питания (табл. 3).

Исходя из выполненных расчетов, следует отметить, что у сорта Динамо связь между исследуемыми признаками обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — весьма высокая. Коэффициент детерминации r² равен 0,972 (факторный признак x определяет 97,2% дисперсии зависимого признака y). У сорта Нина связь между исследуемыми признаками прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — высокая. Коэффициент детерминации r² равен 0,682 (факторный признак x определяет 68,2% дисперсии зависимого признака y). У сорта Импульс связь прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — весьма высокая. Коэффициент детерминации r² равен 0,977 (факторный признак x определяет 97,7% дисперсии зависимого признака y). У сорта Немчиновская 56 связь обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — весьма высокая. Коэффициент детерминации r² равен 0,945 (факторный признак x определяет 94,5% дисперсии зависимого признака y). У сорта Руно связь обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — заметная. Коэффициент детерминации r² равен 0,432 (факторный признак x определяет 43,2% дисперсии зависимого признака y). У сорта Промет связь между исследуемыми признаками обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — весьма высокая. Коэффициент детерминации r² равен 0,896 (факторный признак x определяет 89,6% дисперсии зависимого признака y). У сорта Валентин связь между исследуемыми признаками обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — функциональная. Коэффициент детерминации r² равен 0,987 (факторный признак x определяет 98,7% дисперсии зависимого признака y). У сорта Трибун связь между исследуемыми признаками обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — вы-

Таблица 4. Качество зерна сортов озимой тритикале в зависимости от уровня азотного питания, в среднем за годы опытов
Table 4. Correlation between grain quality of winter triticale varieties and the nitrogen nutrition level, on average over the experiment years

Сорт	Фон минерального питания							
	N96 P96 K96		N130 P96 K96		N168 P96 K96		N168 P96 K96	
	сырой протеин, %	сырой крахмал, %	сырой протеин, %	сырой крахмал, %	сырой протеин, %	сырой крахмал, %	A*, г	ЧП**, с
Динамо	13,6	14,0	14,3	65,9	14,3	65,9	39,9	175
Нина	14,2	14,0	15,2	64,9	15,2	64,9	43,2	180
Импульс	13,8	14,2	15,4	65,1	15,4	65,1	42,9	102
Немчиновская 56	13,9	14,5	15,5	67,5	15,5	67,5	43,2	200
Руно	13,8	14,0	15,1	67,8	15,1	67,8	43,3	210
Промет	14,2	15,1	15,5	66,7	15,5	66,7	44,5	107
Валентин	14,5	15,0	15,8	68,7	15,8	68,7	43,8	185
Трибун	14,7	15,1	15,6	67,8	15,6	67,8	44,7	134
Торнадо	13,8	14,1	15,4	66,8	15,4	66,8	43,5	100
Карнет	13,9	14,1	15,3	67,7	15,3	67,7	44,3	130
Легион	13,8	65,3	13,8	65,3	14,3	66,7	44,5	150

Примечания: * — А — масса 1000 зерен; ** — ЧП — число падения

Таблица 5. Урожайность и качество зерна сорта озимой тритикале Нина в зависимости от уровня азотного питания и нормы высева семян

Table 5. Correlation between productivity, grain quality of winter triticale variety Nina and the nitrogen nutrition level and seeding rate

Год опыта	Фон минерального питания								
	N96P96K96			N130P96K96			N168P96K96		
	Норма высева								
	К 4,5	К 5,0	К 5,5*	К 4,5	К 5,0	К 5,5	К 4,5	К 5,0	К 5,5
Урожайность, ц/га									
2019	67,8	68,7	66,4	78,3	73,9	76,1	88,2	86,1	87,6
2020	79,9	72,6	68,8	85,7	88,6	83,2	94,3	93,0	90,4
2021	61,3	64,7	62,7	76,2	73,5	71,3	85,7	86,5	82,3
Средн.	69,6	68,6	65,9	80,1	78,2	76,8	89,4	88,5	86,8
НСР ₀₅	1,35	1,33	1,36	1,18	1,15	1,11	1,30	1,28	2,31
Сырой протеин, %									
2019	14,3	14,1	14,0	14,2	14,0	13,8	14,4	14,1	14,0
2020	14,2	14,2	14,1	14,4	14,1	13,9	14,3	14,0	13,8
2021	14,5	14,1	13,9	14,6	14,1	14,0	14,4	14,2	13,9
Средн.	14,3	14,2	14,0	14,4	14,1	13,9	14,4	14,1	13,9
Сырая клейковина, %									
2019	28,3	27,8	27,7	27,9	27,7	27,3	28,5	28,1	27,7
2020	28,2	28,1	27,9	28,3	27,9	27,5	28,3	27,9	27,3
2021	28,7	27,9	25,9	28,7	27,9	27,7	28,5	28,3	27,5
Средн.	28,4	27,9	27,2	28,3	27,9	27,5	28,4	28,1	27,5
Крахмал, %									
2019	63,9	63,8	63,1	64,8	64,0	63,6	64,6	64,3	64,1
2020	63,8	63,7	63,2	64,1	63,8	63,4	64,2	64,0	63,8
2021	64,6	64,1	64,0	64,6	64,3	64,1	64,5	64,4	64,2
Средн.	64,1	63,9	63,4	64,5	64,1	63,7	64,4	64,1	64,0

Примечание: * — К 4,5; К 5,0; К 5,5 — коэффициенты размножения (норма высева семян в млн шт. всх. семян на 1 га)

сокая. Коэффициент детерминации r^2 равен 0,775 (факторный признак x определяет 77,5% дисперсии зависимого признака y). У сорта Торнадо связь между исследуемыми признаками обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — высокая. Коэффициент детерминации r^2 равен 0,519 (факторный признак x определяет 51,9% дисперсии зависимого признака y). У сорта Корнет связь обратная, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — весьма высокая. Коэффициент детерминации r^2 равен 0,816 (факторный признак x определяет 81,6% дисперсии зависимого признака y). У сорта Легион связь между исследуемыми признаками прямая, теснота (сила) связи по шкале Чеддока — высокая. Коэффициент детерминации r^2 равен 0,527 (факторный признак x определяет 52,7% дисперсии зависимого признака y).

В зависимости от уровня азотного питания у изучаемых сортов изменялось качество зерна (табл. 4). Весенние подкормки (вариант 3), при которых была дополнительно в фазу начала выхода в трубку проведена вторая азотная подкормка аммиачной селитрой и сульфатом аммония привели к увеличению содержания сырого протеина на 0,7% (сорт Динамо) — 1,3% (сорт Валентин), и даже на 1,6% (сорт Немчиновская 56).

В зерне тритикале, выращенном на вариантах с высоким уровнем азотного питания, отмечена тенден-

ция увеличения накопления сырого крахмала по сравнению с контролем (вариант 1) — на 0,7% (сорт Динамо) — 1,6% (сорт Валентин).

Признаками высокого качества зерна считается крупнозерность (масса 1000 зерен) и устойчивость его к предуборочному прорастанию в колосе. Масса 1000 зерен у всех сортов, выращенных на высоком фоне азотного питания, кроме Динамо, находилась в интервале от 42,9 до 44,7 г.

Изучаемые сорта отличались между собой по величине активности ферментов альфа-амилазы, выраженной таким показателем, как число падения (ЧП). Наиболее высоким ЧП — 210...200...185...180...175...150 с — характеризовалось зерно сортов Руно, Немчиновская 56, Валентин, Нина, Динамо, Легион, выращенных в варианте 3 опыта. И только сорта Трибун, Корнет, Промет, Импульс и Торнадо имели ЧП на уровне 134, 130, 107 и 100 с, соответственно.

Для сравнения, при определении качества зерна по международному стандарту зерно относится к высокому классу, если ЧП составляет 200 с и более; такое зерно может служить улучшителем для зерна более низкого качества. ЧП ниже 80 с свидетельствует о повышенной активности ферментов альфа-амилазы и неудовлетворительном качестве зерна.

В соответствии с ГОСТ 16990-88 зерно по показателю ЧП делят на 4 класса: 1-й — более 200 с, 2-й — 200–141 с, 3-й — 140–80 с, 4-й — менее 80 с. Следует отметить, что высокая активность протеолитических и амилолитических ферментов зерна (ЧП менее 80 с), главным из которых является альфа-амилаза, вызывают быстрый гидролиз крахмала, способствуют ускоренному прорастанию семян, снижению их посевных и хлебопекарных качеств.

По нашим данным, сорт Руно следует отнести к 1-му классу, сорта Немчиновская 56, Валентин, Нина, Динамо, Легион — ко 2-му классу, сорта Трибун, Корнет,

Промет, Импульс и Торнадо — к 3-му классу, зерно этих классов отвечает требованиям мукомольной и хлебопекарной промышленности.

Анализируя данные по формированию урожайности зерна сорта Нина в зависимости от фонов азотного питания и норм высева семян следует отметить, что на всех фонах питания урожайность зерна повышалась при норме высева семян К 5 млн шт./га по сравнению с рекомендуемой К 5,5 млн (табл. 5).

Содержание сырого протеина и сырой клейковины в зерне было выше при нормах высева семян К 4,5 и К 5,0 млн шт./га по сравнению с К 5,5 млн. Аналогичная тенденция наблюдалась и по накоплению сырого крахмала в зерне.

Выводы / Conclusion

На варианте опыта с внесением N168P96K96 (при возобновлении весенней вегетации вносили аммиачную селитру N24 и сульфат аммония N10, в фазу начала выхода в трубку — аммиачную селитру N24 и сульфат аммония N10) выделились сорта озимой тритикале Торнадо, Руно, Нина, Импульс, Трибун, Корнет и Легион, которые сформировали программный уровень урожайности зерна — от 85 до 100 ц/га. Сорта Динамо, Немчиновская 56, Промет и Валентин обеспечили урожай в среднем от 83,3 до 84,4 ц/га. Все изучаемые сорта формировали во все годы не только стабильную урожайность, но и зерно с высоким содержанием сырого протеина и клейковины. Считаем, что на хорошо окультуренных почвах при использовании высоких норм минеральных удобрений и баковых смесей гербицидов против сорной растительности нормы высева семян озимой тритикале можно снижать до 4,5 и 5,0 млн шт. всхожих семян на 1 га, что позволяет рекомендовать данные агротехнические приемы для внедрения в производство в качестве важнейшего фактора роста урожайности зерна высокого качества.

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

- Ostrowska A., Dziurka M., Hura T. [et al.] Participation of wheat and rye genome in drought induced senescence in winter triticale (X *Triticosecale* Wittm.). *Agronomy*. 2019; 9(4): 195.
- Diordiieva I., Riabovol L., Serzhyk O. [et al.] Enrichment of the winter triticale gene pool under intergeneric hybridization. *Agronomy Research*. 2021; 19(3): 1406-1422.
- Пенчуков В.М. Технологические основы возделывания основных сельскохозяйственных культур - озимая пшеница, озимый ячмень, озимая тритикале *AgroSnabForum*. 2015;9(137): 37-41.
- Мамеев В.В. Оценка засухоустойчивости озимого тритикале в зависимости от фона минерального питания. В кн: *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур*. Горки; 2020: 244-247.
- Амелин А.В., Мельник А.Ф., Мазалов В.И., Николаев А.Н. Значение сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013;3(7): 57-65.
- Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Осипова А.В. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья. *Хлебопродукты*. 2013;9: 62-64.
- Vershinina T.S., Larkova N.N., Eliseev S.L. Technological qualities of grain of winter crops depending on the sowing time and weather conditions. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 2020; 13(4): 2262-2265.

REFERENCES

- Ostrowska A., Dziurka M., Hura T. [et al.] Participation of wheat and rye genome in drought induced senescence in winter triticale (X *Triticosecale* Wittm.). *Agronomy*. 2019; 9(4): 195.
- Diordiieva I., Riabovol L., Serzhyk O. [et al.] Enrichment of the winter triticale gene pool under intergeneric hybridization. *Agronomy Research*. 2021; 19(3): 1406-1422.
- Penchukov V.M. Technological bases of cultivation of winter wheat, winter barley, winter triticale as the main agricultural crops. *AgroSnabForum*. 2015;9(137): 37-41. (In Russian)
- Mameev V.V. Assessment of drought resistance of winter triticale depending on the background of mineral nutrition. In: *Technological aspects of cultivation of agricultural crops*. Gorki; 2020. p. 244-247. (In Russian)
- Amelin A.V., Melnik A.F., Mazalov V.I., Nikolaev A.N. The role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in environmental conditions of the Orel region. *Legumes and Groat Crops*. 2013;3(7): 57-65. (In Russian)
- Sandukhadze B.I., Rybakova M.I., Osipova A.V. Grain quality of winter wheat varieties cultivated in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Khleboprodukty [Bread products]*. 2013;9: 62-64. (In Russian)
- Vershinina T.S., Larkova N.N., Eliseev S.L. Technological qualities of grain of winter crops depending on the sowing time and weather conditions. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 2020; 13(4): 2262-2265.

8. Panek E., Gozdowski D., Stępień M. [et al.] Within-field relationships between satellite-derived vegetation indices, grain yield and spike number of winter wheat and triticale. *Agronomy*. 2020;10: 11.
9. Manukyan I.R., Basieva M.A., Miroshnikova E.S. [et al.] Methods for evaluating the stability of winter triticale to dry conditions of the North Caucasus Piedmont. *Volga Region Farmland*. 2020;2(6): 17-20.
10. Pozubenkova E.I., Galiullin A.A. Economic efficiency of winter triticale cultivation in agribusiness entities. *Volga Region Farmland*. 2019; 2(2): 43-47.
11. Мамеев В.В., Ториков В.Е., Петрова С.Н., Дубинин Д.В., Гааб Л.М. и др. Эффективность подкормок озимой пшеницы различными марками азотных и комплексных удобрений. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;6: 12-19.
12. Белоус Н.М., Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф., Справцева Е.В. Эффективность минеральных удобрений и регулятора роста в посевах озимой пшеницы при радиоактивном загрязнении почвы. В кн. *Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения. материалы национальной научно-практической конференции*. 2017: 33-37.
13. Мимонов Р.В., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Нечаев М.М., Дьяченко В.В. Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;8: 6-12.
14. Medvedev A.M., Nardid A.V., Liseenko E.N., Pavlov S.S. Breeding of Promising Winter Triticale Varieties with Increased Environment-Improving Function of Plants. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;372: 41-52.
15. Мамеев В.В. Изменения агрометеорологических условий в юго-западной части центра России и их влияние на урожайность озимой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021;6(200): 5-13.
16. Малайко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние удобрения и препарата гумистим на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения. В кн. *Инновации и технологический прорыв в АПК*. Брянск. 2020: 10-15.
17. Мамеев В.В., Ториков В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020;1(30): 55-62.
18. Зайчикова Е.И., Шурыгина Ю.О., Галиуллина С.А. Ресурсосберегающий предшественник для озимой тритикале. В кн. *Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства*. Пенза. 2022: 32-35.
19. Babaytseva T.A., Poltorydyadko E.N., Kokonov S.I. [et al.] Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features. *Research on Crops*. 2021; 22(3): 501-507.
20. Goryanina T. Statistical correlations in winter triticale hybrids. *Acta Agrobotanica*. 2019; 72(4): 1-12.
21. Mazurenko B., Kalenska S., Honchar L., Novytska N. Grain yield response of facultative and winter triticale for late autumn sowing in different weather conditions. *Agronomy Research*. 2020; 18(1): 183-193.
22. Близняк Н.А. Влияние удобрений на химический состав озимого тритикале. В кн. *Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции*. Курск. 2022: 43-46.
23. Калашник Т.Ю., Пимонов К.И., Романов Б.В. Потребность озимой тритикале в элементах питания и сроки внесения минеральных удобрений. В кн. *Современные наукоемкие технологии - основа модернизации агропромышленного комплекса*. Донской государственный аграрный университет. 2021: 43-47.
8. Panek E., Gozdowski D., Stępień M. [et al.] Within-field relationships between satellite-derived vegetation indices, grain yield and spike number of winter wheat and triticale. *Agronomy*. 2020;10: 11.
9. Manukyan I.R., Basieva M.A., Miroshnikova E.S. [et al.] Methods for evaluating the stability of winter triticale to dry conditions of the North Caucasus Piedmont. *Volga Region Farmland*. 2020;2(6): 17-20.
10. Pozubenkova E.I., Galiullin A.A. Economic efficiency of winter triticale cultivation in agribusiness entities. *Volga Region Farmland*. 2019; 2(2): 43-47.
11. Mameev V.V., Torikov V.E., Petrova S.N., Dubinin D.V., Gaab L.M. The effectiveness of winter wheat additional nitrogen and complex fertilizing of various brands. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021;6: 12-19. (In Russian)
12. Belous N.M., Kharkevich L.P., Shapovalov V.F., Spravtseva E.V. Efficiency of mineral fertilizers and growth regulators in winter wheat crops on the radioactive contaminated soils. In: *Problems of agriculture ecologization and ways to solve them*; 2017. p. 33-37. (In Russian)
13. Mimonov R.V., Shapovalov V.F., Smolsky E.V., Nechaev M.M., Dyachenko V.V. Influence of fertilizers on the quality indicators of winter wheat grain. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;8: 6-12. (In Russian)
14. Medvedev A.M., Nardid A.V., Liseenko E.N., Pavlov S.S. Breeding of Promising Winter Triticale Varieties with Increased Environment-Improving Function of Plants. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;372: 41-52.
15. Mameev V.V. Changes in agrometeorological conditions in the south-western part of the center of Russia and their impact on the yield of winter wheat. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2021;6(200): 5-13. (In Russian)
16. Malyavko G.P., Belous N.M., Shapovalov V.F. The effect of fertilizers and the preparation humistim on the yield and quality of winter wheat grain in the conditions of radio-active pollution. In: *Innovations and technological breakthrough in agriculture*; 2020. p. 10-15. (In Russian)
17. Mameev V.V., Torikov V.E. Role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020;1(30): 55-62. (In Russian)
18. Zaichikova E.I., Shurygina Yu.O., Galiullina S.A. Resource-saving predecessor for winter triticale. In: *Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products*. Penza; 2022. p. 32-35. (In Russian)
19. Babaytseva T.A., Poltorydyadko E.N., Kokonov S.I. [et al.] Phenotypic variability of seedling organs of winter triticale varieties and its relationship with economically valuable features. *Research on Crops*. 2021; 22(3): 501-507.
20. Goryanina T. Statistical correlations in winter triticale hybrids. *Acta Agrobotanica*. 2019; 72(4): 1-12.
21. Mazurenko B., Kalenska S., Honchar L., Novytska N. Grain yield response of facultative and winter triticale for late autumn sowing in different weather conditions. *Agronomy Research*. 2020; 18(1): 183-193.
22. Bliznyuk N.A. Influence of fertilizers on the chemical composition of winter triticale. In: *Issues of modern technologies of production, storage and processing of agricultural products*. Kursk; 2022. p. 43-46. (In Russian)
23. Kalashnik T.Yu., Pimonov K.I., Romanov B.V. Winter triticale need for nutrients and mineral fertilizer application time. In: *Modern science-intensive technologies as the basis of agro-industrial complex modernization*; 2021. p. 43-47. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Владимир Ефимович Ториков, доктор сельскохозяйственных наук
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>
Ольга Владимировна Мельникова, доктор сельскохозяйственных наук
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация
E-mail: torikova1999@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8558-1948>

ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Efimovich Torikov, Doctor of Agricultural Sciences
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>
Olga Vladimirovna Melnikova, Doctor of Agricultural Sciences
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation
E-mail: torikova1999@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8558-1948>

ОБ АВТОРАХ:

Галина Петровна Малявко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

E-mail: gpmalyavko@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2844-3324>

Алексей Андреевич Осипов, кандидат сельскохозяйственных наук

Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация

E-mail: fox.osipov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3671-5676>

Галина Евгеньевна Дорных, аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства

Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация

E-mail: dornyh@mail.ru

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация

E-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

ABOUT THE AUTHORS:

Galina Petrovna Malyavko, Doctor of Agricultural Sciences Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

E-mail: gpmalyavko@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2844-3324>

Alexey Andreevich Osipov, PhD of Science (Agriculture)

Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation

E-mail: fox.osipov@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3671-5676>

Galina Evgenievna Dornyh, Postgraduate student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production

Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation

E-mail: dornyh@mail.ru

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation

E-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>



VII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ ЗЕРНО РОССИИ — 2023

16-17 февраля 2023 / г. Сочи



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Экспорт зерна и продуктов его переработки.
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов.
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10

По вопросам выступления: +7 (988) 248-47-17

e-mail: event@agbz.ru

Регистрация на сайте:
events.agbz.ru



12+
Реклама ИП Ковергин В.В.

В. В. Мамеев, ✉
В. Е. Ториков,
В. М. Никифоров,
С. М. Сычев,
О. А. Нестеренко,
Н. В. Милехина

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ vmameev@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Vasily V. Mameev,
Vladimir E. Torikov,
Vladimir M. Nikiforov,
Sergey M. Sychev,
Olga A. Nesterenko,
Natalia V. Milekhina

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ vmameev@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии на юго-западе Центрального региона России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В условиях повышения продовольственной безопасности и в рамках стратегии развития зернового комплекса РФ повышение качества урожайности зерна пшеницы остаётся приоритетным. Актуально проведение исследований сортов озимой пшеницы, выведенных в разных географических селекционных центрах в конкретных почвенно-климатических условиях, для выявления условий реализации их генетического потенциала.

Методы. Исследования проводились в 2015–2021 гг. на юго-западе центра России. Объектом исследований послужили 12 современных сортов озимой пшеницы, возделываемых по интенсивной технологии на серых лесных почвах в условиях Брянской области.

Результаты. В силу генетического потенциала каждый из сортов проявил отзывчивость на создавшиеся погодные условия. В зависимости от географического происхождения значительное варьирование по урожайности выявлено у сортов Московская 40, Московская 56, Мера, Львовская 8, Амелия. Максимальную среднесортную урожайность — 8,41 т/га — сформировали сорта белорусской селекции. Изучаемые сорта формировали крупное зерно. Однако к наиболее стабильным, характеризующимся минимальным варьированием данного признака по годам, следует отнести сорта Немчиновская 57, Поэма, Элегия, Московская 56. Все сорта озимой пшеницы, за исключением Львовская 4, Львовская 8, по базисной натуре формировали зерно первого класса. Наибольший вклад в изменение содержания белка (47,5%) и клейковины (57,5%) в зерне обеспечивал фактор «год». Среди сортов белорусской и российской селекции можно выделить сорта Амелия (CV = 5,7%) и Московская 39 (CV = 12,3%), стабильно формировавших высокобелковое зерно с высоким содержанием клейковины.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, температура, осадки, продуктивность, качество зерна, натура, белок, клейковина

Для цитирования: Мамеев В.В., Ториков В.Е., Никифоров В.М., Сычев С.М., Нестеренко О.А., Милехина Н.В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии на юго-западе Центрального региона России. *Аграрная наука*. 2022; 362 (9): 112–119. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-112-119>
 © Мамеев В.В., Ториков В.Е., Никифоров В.М., Сычев С.М., Нестеренко О.А., Милехина Н.В.

Crop capacity and grain quality of winter wheat varieties cultivated by intensive technology in the south-west of the Central region of Russia

ABSTRACT

Relevance. In the context of improving food security and according to the development strategy of the grain complex of the Russian Federation, crop capacity quality increase of wheat grain remains a priority. It is significant to research winter wheat varieties selected in different geographical selection centres, in specific soil and climatic conditions, in order to identify their genetic potential.

Methods. The research was conducted in 2015–2021 in the south-west of the centre of Russia. The object of the research was a set of 12 modern winter wheat varieties cultivated by intensive technology on grey forest soils in the Bryansk region.

Results. Due to its genetic potential, each of the varieties has shown its responsiveness to the prevailing weather conditions due to their geographical origin, there was a significant variation in crop capacity of the varieties Moskovskaya 40, Moskovskaya 56, Mera, Lgovskaya 8, Amelia. The varieties by Belarusian selection showed the maximum average yield (8.41 t/ha). The varieties under study formed coarse grain. However, such varieties as Nemchinovskaya 57, Poem, Elegy, Moskovskaya 56 should be attributed to the most stable ones, characterized by the minimal variation of this descriptor over the years. All varieties of winter wheat, with the exception of Lgovskaya 4 and Lgovskaya 8, formed the grain of the first class by the basal grain-unit. The "year" factor made the greatest contribution to the change in the protein (47.5%) and gluten content (57.5%) in grain. Among the varieties of Belarusian and Russian selection, Amelia (CV = 5.7%) and Moskovskaya 39 (CV = 12.3%) varieties can be distinguished as those forming stable high-protein grain with a high gluten content.

Key words: winter wheat, variety, temperature, precipitation, productivity, grain quality, grain-unit, protein, gluten

For citation: Mameev V.V., Torikov V.E., Nikiforov V.M., Sychev S.M., Nesterenko O.A., Milekhina N.V. Crop capacity and grain quality of winter wheat varieties cultivated by intensive technology in the south-west of the Central region of Russia. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 112–119. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-112-119> (In Russian).
 © Mameev V.V., Torikov V.E., Nikiforov V.M., Sychev S.M., Nesterenko O.A., Milekhina N.V.

Введение / Introduction

Ведущей отраслью аграрного комплекса в развитых странах является производство зерновой продукции. Это позволяет им становиться независимыми, обеспечивая продовольственную безопасность как на мировом, так и на государственном уровнях [1]. Россия, став лидером производства и экспорта зерна, приобретает зерновую значимость среди основных зернопроизводящих дотационных стран (ЕС, США, Китай, Индия) [2].

Стратегия современной аграрной зерновой политики России в условиях импортозамещения и санкций направлена на увеличение производство зерна, повышение его урожайности и качества за счет широкого внедрения интенсивных агротехнологий.

Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса РФ до 2035 г. (от 10 августа 2019 г. № 1796-р) отражает не только современное её состояние и тенденции развития, но и указывает на основные факторы, способствующие снижению производства зерна. Так, к группе риска следует отнести климатические факторы: повышение среднегодовых температур, нехватку водных ресурсов или непредвиденные и продолжительные осадки в поздние сроки вегетации в ведущих зернопроизводящих регионах России [3, 4].

Повышение среднегодовых температур в Нечерноземной зоне при достаточном количестве осадков способствует расширению зоны и площади возделывания высокопродуктивных сортов озимой пшеницы [5–11]. Это позволяет компенсировать негативное влияние природно-климатических явлений на традиционные зерновые территории южной части Центрального, Приволжского, Уральского, Южного и Сибирского округов [12].

В последнее время Брянская область делает ставку на возделывание продовольственного зерна пшеницы. Применение интенсивных технологий при возделывании зерновых позволило региону войти в тройку лидеров по урожайности зерновых культур в Российской Федерации. По итогам уборочной компании 2019–2021 гг. область заняла первое место по производству зерна озимой пшеницы в Нечерноземье [13].

В структуре зернового клина доля озимой пшеницы за последние 20 лет увеличилась с 18,3 до 34,6% и в настоящее время площадь посевов составляет более 144 тыс. га [14]. Урожайность культуры возросла с 1,66 т/га до 48,9 т/га, а валовый сбор — с 94,4 до 687,7 тыс.т.

Научными исследованиями и производственной практикой установлено, что соблюдение элементов технологии возделывания позволит в значительной степени увеличить урожайность и качество зерна озимой пшеницы [15–20].

Сорту как элементу агротехнологий отводится главенствующая роль при достижении наибольшей экономической эффективности в зерновой отрасли [21]. На разных типах почв при изменении климатических составляющих экологическая реакция новых и продуктивных сортов в условиях Нечерноземья [22–28] позволяет полнее раскрыть их генетический и производственный потенциал.

Однако производители зерна, экономически заинтересованные в повышении продуктивности, не стремятся повышать его качественные показатели.

Цель исследований — оценить урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы российской и иностранной селекции различных научно-исследовательских учреждений при подборе сортов с геномами высокого качества зерна для практического возделывания в условиях Брянской области.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили в учебно-опытном хозяйстве Брянского ГАУ в 2015–2021 годах. Объектом исследований послужили 12 среднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы различных географических селекционных центров России и Республики Беларусь.

Почва опытного поля — серая лесная среднесуглинистая, сформированная на лессовидном карбонатном суглинке. В пахотном слое содержание гумуса составляет 3,5–3,6% (по Тюрину); реакция почвенного раствора pH_{KCl} 5,5–5,6; обеспеченность подвижным фосфором — 280–320 мг/кг и обменным калием — 178–195 мг/кг (по Кирсанову).

Возделывание озимой пшеницы по интенсивной технологии соответствовало общепринятой технологии для почвенно-климатических условий зоны. Посев озимой пшеницы проводили в оптимальные сроки для региона — с 8 по 10 сентября в зависимости от года исследований, на глубину 4–5 см, с нормой высева 5,0 млн шт./га. Предшественник — вико-овсянная смесь на зеленый корм.

Хозяйственную урожайность учитывали сплошным способом малогабаритным комбайном «SR2010 TERRION» с пересчетом на стандартную влажность (14%). Качественные показатели зерна определяли в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием и приборами Брянского ГАУ: массу 1000 зерен — по ГОСТ 10842-89; натуру зерна — по ГОСТ 10840-2017; содержание белка в зерне — по ГОСТ 10846-91; содержание клейковины — по ГОСТ 54478–2011. Температура воздуха и осадки приведены по данным агрометеостанции Брянского ГАУ. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывался по Г.Т. Селянинову. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel 2007. Уровень статистической достоверности результатов — 99,5%.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Региональные климатические условия становятся более непредсказуемыми. Начальные и последующие периоды продуктивного развития растений проходят в условиях амплитудно-температурных качелей в осенне-зимний период, малоснежных зим, раннего возобновления весенней вегетации во время атмосферных и почвенных засух, а также неравномерного распределения осадков в летний период.

Для данной агроклиматической зоны (данные агрометеорологической станции Брянского ГАУ) средняя годовая температура составляет 7,5 °С, сумма активных положительных температур колеблется в интервале 2450–2730 °С. Отмечают годы с условиями достаточного увлажнения и неравномерным выпадением осадков в весенне-летний период (690 мм осадков в год) с засушливым маем (430 мм). Наибольшее количество осадков, более 30% от годового количества, выпадает в летний период — в среднем 228 мм. В осенний и зимний периоды отмечается снижение количества осадков.

Одним из важнейших показателей метеорологических условий является гидротермический коэффициент (табл. 1), который характеризует влаго- и теплообеспеченность основных месяцев вегетационного периода (май — июль) и августа — сентября, имеющих значение для продуктивного роста и развития озимой пшеницы.

Таблица 1. Гидротермический коэффициент в период вегетации озимой пшеницы в 2015–2021 гг.

Table 1. Hydrothermal coefficient of winter wheat growing season in 2015–2021

Год	ГТК					
	Август	Сентябрь	Май	Июнь	Июль	Май – июль
2015–2016	0,10	1,94	0,56	1,21	1,48	0,66
2016–2017	0,33	1,38	1,52	1,03	2,45	1,76
2017–2018	0,64	2,80	0,41	1,37	2,55	1,11
2018–2019	0,22	0,80	2,19	1,02	1,76	1,34
2019–2020	0,60	1,10	6,21	2,18	1,30	2,19
2020–2021	0,81	0,45	3,71	2,62	0,65	2,10
Среднее многолетнее	0,9	1,1	1,5	1,3	1,4	1,30

Рис. 1. Урожайность сортов озимой пшеницы разных селекционных центров, сформированная на опытном поле Брянского ГАУ, т/га

Fig. 1. Crop capacity of winter wheat varieties of different selection centres obtained in the experimental field of the Bryansk State Agricultural University, t/ha



В регионе отмечаются проявления сухой осени. Постоянное снижение гидротермического коэффициента в период сева и осенней вегетации указывает на наличие очень сильных, сильных и средних засух. Для Брянской области риск сильных атмосферных засух составляет в мае 12%, в августе — 20%, в сентябре — 16%. Экстремальные климатических составляющие сказываются на дифференциации урожая и на качестве зерна пшеницы.

В настоящее время по данным Россельхозцентра в производственных условиях региона сортами посевами озимой пшеницы (свыше 30 сортов) занято около 140 тыс. га. В структуре посевов более 40% приходится на оригинальные сорта селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»», 12% — на ФГУП «Львовская опытно-селекционная станция» и около 8% — на НПЦ НАН Беларуси по земледелию.

Современные сорта позволяют в полной мере раскрыть и реализовывать потенциал формирования высококачественного урожая (более чем на 80%) только лишь при соблюдении высокого уровня агротехнологий в производстве. Именно с этой целью необходимо дифференцированное применение высоких доз удобрений (по результатам листовой диагностики в различные фазы развития растений) и интегрированная система защиты растений от болезней и вредителей.

Поэтому под планируемую урожайность зерна 8,0 т/га локально до посева вносили азотосодержащую из расчета $N_{96}P_{96}K_{96}$ сеялкой СЗТ-3,6. Весной проведены под-

кормки: N_{50} — при возобновлении весенней вегетации (аммиачной селитрой) + N_{30} — в фазе начала выхода в трубку (сульфат аммония) + N_{10} (раствор мочевины).

Элитные семена сортов озимой пшеницы протравливали фунгицидно-инсектицидными препаратами (Оплот Трио, 0,6 л/т + Табу, 0,6 л/т). Весной в фазе 25–30 (по шкале ВВСН) проводилась обязательная обработка растений регулятором роста (против полегания) Рэгни 1 л/га. Общим фоном в фазы кущения и выхода в трубку проводили комплексные защитные мероприятия пестицидами в составе баковой смеси: первая обработка — гербицидом Балерина супер 0,5 л/га, вторая гербицидная обработка — баковой смесью Ластик Топ 0,5 л/га + Адыо 0,2 л/га, две фунгицидно-инсектицидные обработки баковой смесью препаратами Колосаль Про 0,4 л/га, Ракурса 0,4 л/га, Спирит 0,7 л/га, Борей Нео 0,15 л/га, Адыо 0,3 л/га.

Реакция сортов на погодные условия вегетации существенно отличалась. Сорта российской селекции (рис. 1) в зависимости от климатических составляющих конкурировали по урожайности в разные годы. Так, сорта Владимирской НИИСХ и Львовской станции со средней межсортной урожайностью более 7,6 т/га проявили максимальную вариабельность: CV = 14,3% и CV = 13,4% соответственно.

Проведение наблюдений в течение длительного времени позволило отследить наиболее высокую урожайность (6,78–9,88 т/га) с минимальной неоднородностью данного показателя (CV = 10,7%) и максимальной среднесортной урожайностью (8,41 т/га) у сортов белорусской селекции. Они не включены в Госреестр России, но в производственных условиях аграрного региона демонстрируют очень хорошие результаты, оправдывают расчёты на программный уровень урожайности и выходят на лидирующие позиции.

Согласно результатам испытаний Госкомиссии Республики Беларусь, сорта Августина, Амелия, Ода, Элегия формируют урожайность на уровне 7,0–8,0 т/га, достигая максимума 10,3–11,0 т/га.

Августина — самый короткостебельный сорт (до 90 см), выделяется высокой адаптивностью, максимальный потенциал продуктивности — 9,70 т/га. По технологическим характеристикам обладает следующими показателями: натура зерна — 740 г/л, содержание белка — 12,2–13,0%, содержание сырой клейковины — 25–27%.

Амелия на сегодняшний день является самым высокоурожайным сортом продовольственного направления. Содержание белка в зерне — более 14%, содержание сырой клейковины — 24,8–36,0%. Натура зерна — 750–800 г/л. Масса 1000 зерен — 42,2–59,2 г. Максимальная урожайность в ГСИ составила 112,0 ц/га.

Элегия показывала среднюю урожайность 7,17 т/га и максимальную — 10,8 т/га, сорт относительно устойчив к засухе, с хорошей зимостойкостью. Масса 1000 семян — 40,2 г. Содержание белка в зерне в среднем 12,3%, содержание сырой клейковины — 23,3%.

Ода — короткостебельный сорт (до 80 см), со средней урожайностью в ГСИ 7,31 т/га и максимальной — 11,0 т/га. Натура — 769–790 г/л, масса 1000 зерен — 47,3–49,2 г, содержание сырой клейковины — 24,7%, содержание белка — 13,4%.

В каждой группе селекционных центров (табл. 2) можно выделиться сорта, показывающие разную стабильность урожайности по годам с различным размахом её вариабельности. Среди сортов селекции НИИСХ «Немчиновка» со стабильной амплитудой колебания урожайности — сорта Московская 39 и Немчиновская 57. Среди всех сортов значительный размах урожайности (4,96–8,88 т/га) и её вариабельность (CV= 20,5%) отмечены у сорта Московская 40.

Среди сортов Владимирской НИИСХ следует отметить сорт Поэма (7,02–8,78 т/га), среди сортов южного происхождения — Льговская 4 (6,57–9,22 т/га), а среди сортов НПЦ НАН Беларуси по земледелию — Августина (8,16–9,88 т/га), Ода (7,06–9,61 т/га), Элегия (6,78–9,07 т/га).

Сорт Мера, являющийся стандартом в сортоиспытаниях, проявил в условиях Брянской области нестабильность по урожайности со значительным размахом её вариабельности по годам (5,42–9,93 т/га, CV = 19,3%).

В сельхозпредприятиях региона целесообразно возделывание нескольких сортов озимой пшеницы по их скоро-

спелости, что создаст возможность формировать в среднем относительно высокую и стабильную урожайность.

Анализ статистических параметров показателей качества зерна позволил выявить их изменчивость (табл. 3). В среднем наиболее вариабельными оказались показатели содержания сырого белка и клейковины: CV = 17,5% и CV = 20,4% соответственно. Масса 1000 зерен характеризовалась низким коэффициентом вариации (CV = 12,7%). Крупность и выравненность зерна изучаемых сортов озимой пшеницы за период исследования изменялась по годам (табл. 3).

Согласно принятой группировке, высокой считается масса 1000 зёрен свыше 30 г. Установлены значительные различия между изучаемыми сортами по этому признаку — от 32,8 до 58,8 г. Средние значения показателя варьировались от 41,7 г (Московская 39) до 50,3 г (Элегия). Все сорта сформировали крупное зерно (более 43 г) на уровне стандарта, за исключением сорта Московская 39. Коэффициент вариации (CV, %), отражающий постоянство данного признака при проявлении реакции сорта на изменяющиеся факторы, позволил выявить наиболее стабильные сорта с минимальным варьированием признака по годам: Немчиновская 57, Поэма, Элегия, Московская 56. Сорт Мера характеризовался наибольшей вариативностью показателя в изменяющихся климатических условиях региона.

Отмечались годы, когда период формирования элементов структуры урожая (май) и период формирования зерна (июль) были неблагоприятными по тепло- и влагообеспеченности растений, что и отразилось на показателе «масса 1000 семян». Двухфакторный дисперсионный анализ позволил выявить различие, влияние

Таблица 2. Изменчивость урожайности сортов озимой пшеницы, возделываемых по интенсивной технологии (опытное поле Брянского ГАУ, 2015–2021 гг.)

Table 2. Variability of crop capacity of winter wheat varieties cultivated by intensive technology (in the experimental field of the Bryansk State Agrarian University, 2015–2021)

Сорт	min-max среднее	CV, %	Год допуска / регион	Научно-исследовательское учреждение-оригинатор	min-max среднее	CV, %
Московская 39	<u>6.73–7.85</u> 7,42	5,8	1999 / 2,3,4,5,7,9,12	ФГБНУ Московский НИИСХ «Немчиновка»	<u>4.96–8.88</u> 7,14	12,8
Московская 40	<u>4.96–8.88</u> 6,84	20,5	2011 / 3,4,5			
Московская 56	<u>4.96–7.70</u> 6,72	13,8	2008 / 3,4,5			
Немчиновская 57	<u>7.16–8.38</u> 7,59	5,8	2009 / 3,5			
Мера, стандарт	<u>5.42–9.93</u> 7,48	19,3	2009 / 2,3,4	ФГБНУ Владимирский НИИСХ	<u>5.42–9.93</u> 7,63	14,3
Поэма	<u>7.02–8.78</u> 7,78	8,7	2011 / 2,3,4			
Льговская 4	<u>6.57–9.22</u> 7,88	11,7	2008 / 3,5,7	ФГУП Льговская опытно-селекционная станция	<u>6.57–9.50</u> 7,86	13,4
Льговская 8	<u>6.61–9.50</u> 7,84	16,0	2013 / 3,5,7			
Августина	<u>8.16–9.88</u> 8,95	6,6	2015 / РБ	РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по зем- леделию»	<u>6.78–9.88</u> 8,41	10,7
Амелия	<u>6.88–9.61</u> 8,53	17,0	2018 / РБ			
Ода	<u>7.06–9.61</u> 8,30	10,1	2011 / РБ			
Элегия	<u>6.78–9.07</u> 8,53	10,6	2011 / РБ			
Средняя межсортовая	<u>4.96–9.93</u> 7,74	13,9				

Таблица 3. Выраженность и изменчивость показателей физических свойств зерна озимой пшеницы (в среднем за 2016–2021 гг.)

Table 3. Intensity and variability of indicators of physical properties of winter wheat grain (on average in 2016–2021)

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Содержание сырого белка, %		Содержание сырой клейковины, %	
	min-max среднее	CV, %	min-max среднее	CV, %	min-max среднее	CV, %
Московская 39	35,3–50,2 41,7	14,4	12,5–19,5 16,2	12,3	22,8–32,8 28,7	13,8
Московская 40	35,4–58,8 46,9	14,7	13,2–20,3 15,9	19,6	22,3–34,4 27,3	19,1
Московская 56	42,3–54,0 48,2	8,1	11,7–17,5 14,0	17,8	18,4–30,9 24,9	16,1
Немчиновская 57	43,3–48,3 46,0	3,8	11,6–16,1 14,7	18,4	19,0–33,1 26,8	14,1
Мера, стандарт	32,8–55,7 43,8	18,7	12,1–20,4 15,3	23,6	20,0–36,2 27,6	20,7
Поэма	39,4–50,2 43,6	7,3	10,7–18,2 14,6	25,3	17,1–31,4 25,3	21,1
Льговская 4	37,6–51,2 44,6	11,3	10,5–16,3 14,3	23,6	16,1–32,1 23,6	16,0
Льговская 8	36,6–53,8 46,6	12,9	11,1–15,6 13,8	21,4	17,9–32,4 21,4	13,9
Августина	34,1–51,3 44,0	10,2	10,1–15,2 12,5	22,1	15,7–26,5 22,1	15,9
Амелия	40,4–56,5 48,2	14,7	13,4–15,9 14,6	5,7	25,0–28,0 26,5	7,2
Ода	41,3–55,8 47,3	10,8	9,3–18,5 15,4	33,1	13,2–31,1 25,7	23,0
Элегия	38,1–56,9 50,3	7,9	10,6–15,3 13,7	22,3	16,1–27,7 22,3	15,7
Средняя межсортовая	32,8–58,8 45,7	12,7	9,3–20,4 14,6	17,5	13,2–36,2 25,7	20,4

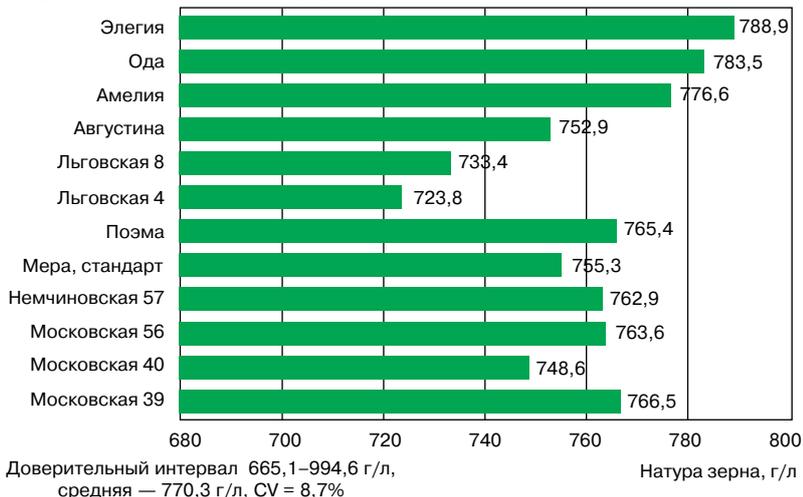
Таблица 4. Влияния факторов в формировании массы 1000 зерен сортов озимой пшеницы по данным дисперсионного анализа (2016–2021 гг.)

Table 4. Dispersion analysis of factors influencing the thousand-kernel weight formation of winter wheat varieties (2016–2021)

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Доля влияния, %	F _{факт}	F _{крит}
Год «условия» (A)	17125,2	5	3425,0	22,0	15,96	2,25
Сорт (B)	2702,8	11	245,7	3,5	1,14	1,83
Взаимодействие (A×B)	11903,3	55	216,4	15,3	1,39	0,16
Остаток (ошибка)	46328,9	216	214,5			
Общее	78060,3	287				

Рис. 2. Натура зерна озимой пшеницы (г/л), среднее за 2016–2021 гг.

Fig. 2. Grain-unit of winter wheat (g/l), on average in 2016–2021



и общее взаимодействие условий года (вегетационного периода) на формирование данного признака (табл. 4).

Установлена преобладающая доля влияния условий года в регионе на показатель массы 1000 семян озимой пшеницы ($F_{\text{факт}} > F_{0,05}$ — опыт считается корректным и достоверным). Вклад этого фактора составляет 22,0%, он характеризуется большей долей влияния, чем фактор «сорт». Применяемая интенсивная технология возделывания сортов озимой пшеницы позволяет незначительно увеличить значимость роли сорта в формировании данного показателя — 3,5%.

Базисная натура (плотность) зерна мягкой пшеницы 1-го класса согласно требованиям ГОСТ 9353-2016 должна составлять 750 г/л. Лидирующее положение высококачественного зерна (показатель выше ограничительных норм и стандарта (сорт Мера)) принадлежит сортам: Московская 39, Московская 56, Немчиновская 57, Поэма, Амелия, Ода, Элегия (762–788 г/л). Сорта Льговской опытной станции формировали зерно на уровне 3-го класса (рис. 2).

Значимость зерна озимой пшеницы на зерновом рынке определяется питательной ценностью и технологическим назначением, определяемым по такому базовому качественному показателю, как содержание сырого белка. Отмечено значительное его варьирование — от 9,3 до 20,4%, при среднем 14,6%. Следует выделить такие сорта, как Московская 39, Московская 40, Мера и Амелия, которые на протяжении всех лет исследований в зависимости от создавшихся погодных условий смогли стабильно формировать зерно 3-го и выше класса качества (не менее 12,0% сырого белка).

Стабильно высокобелковым зерном среди сортов белорусской и российской селекции отличаются сорта Амелия (CV = 5,7%) и Московская 39 (CV = 12,3%). Они характеризовались низким коэффициентом вариации. Средний показатель содержания белка в зерне для сорта Московская 39 составил 16,2%, что на 0,3–3,7% выше в сравнении с другими сортами. Это указывает на их определенную генетическую реакцию при изменчивости погодных условий и отличает их от других сортов.

Высоким средним содержанием массовой доли клейковины и наи-

меньшим коэффициентом вариации этого показателя выделяются российские сорта Московская 39 (28,7%, CV = 13,8), Немчиновская 57 (26,8%, CV = 14,1) и белорусский сорт Амелия (26,5%, CV = 7,2).

Количество клейковины в зерне на 70% зависит от условий произрастания, а качество — на 70% от генетических особенностей сорта. При этом преобладающее влияние на формирование белка и клейковины в зерне оказывают погодноклиматические условия, а их содержание увеличивается с запада на восток и с севера на юг европейской части [29, 30].

Представленный дисперсионный анализ (табл. 5) указывает на превышение значений $F_{\text{факт}}$ над $F_{\text{крит}}$ факторов «год» и «сорт» для показателя «содержание белка» и фактора «год» для показателя «содержание клейковины».

Существенное влияние на вариативность качественных показателей оказывали метеорологические условия вегетационных периодов, доля этого фактора в формировании белка составила 47,6%, а клейковины — 57,7%.

Выявлена положительная взаимосвязь (табл. 6) между содержанием белка в зерне и среднемесячной температурой воздуха за апрель ($r = 0,64$) и май ($r = 0,59$); содержанием клейковины и среднемесячной температурой воздуха в мае ($r = 0,51$).

В этот ранневесенний период у растений озимой пшеницы продолжается непосредственный синтез и аккумуляция белковых веществ. При достаточной влагообеспеченности в регионе в период налива и восковой спелости (июль) именно недостаток тепла способствует снижению содержания белка и клейковины в зерне, на что указывает отрицательная корреляция. Высокое накопление белковых веществ в зерне установлено в годы, когда ГТК в июне и июле находился в интервале 1,2–1,8, снижение клейковины в зерне отмечено в переувлажненные годы, когда июльский ГТК $> 2,0$ — наблюдался эффект «вымывания клейковины», так называемое стечение зерна.

Отмечена отрицательная корреляционная взаимосвязь между урожайностью и содержанием белка ($r = -0,51$) и клейковины ($r = -0,16$).

Выводы / Conclusion

Определяющее влияние на продуктивность сортов озимой пшеницы и качество зерна оказывают

Таблица 5. Дисперсионный анализ сортов озимой пшеницы, по содержанию общего белка и клейковины в зерне (2016–2021 гг.)

Table 5. Dispersion analysis of protein and gluten content in grain of winter wheat varieties (2016–2021)

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Доля влияния, %	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{крит}}$
Сырой белок						
Год «условия» (A)	195,4	5	39,1	47,6	15,22	2,38
Сорт (B)	72,5	11	6,4	17,8	2,56	1,96
Остаток (ошибка)	141,2	55	2,5	35,0		
Общее	409,1	71				
Сырая клейковина						
Год «условия» (A)	1124,1	5	224,8	57,5	18,3	2,38
Сорт (B)	148,9	11	13,5	7,7	1,10	1,96
Остаток (ошибка)	677,1	55	12,3	34,8		
Общее	1950,2	71				

$P \geq 0,95\%$

Таблица 6. Сопряженность показателей качества зерна с температурой и осадками

Table 6. Correlation between grain quality, temperature and precipitation

Месяц	Белок		Клейковина	
	Температура	Осадки	Температура	Осадки
Апрель	0,64	-0,04	0,32	-0,10
Май	0,59	-0,06	0,51	0,29
Июнь	0,02	-0,01	0,01	0,39
Июль	-0,48	0,15	-0,47	-0,14

климатические условия вегетационного периода. В условиях Брянской области при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии на серых лесных почвах выявлено преимущество сортов с высоким потенциалом продуктивности и ценными качественными признаками зерна: Московская 39, Немчиновская 57, Августина, Амелия, Элегия. Они характеризовались наименьшей изменчивостью признаков качества зерна и в жестких природноклиматических условиях аграрного региона полнее раскрывали свой генетический потенциал. Возделывание сортов южной селекции позволяет получить высококачественное зерно в годы с достаточной теплообеспеченностью вегетационного периода в момент созревания и налива зерна.

В агроклиматических условиях Брянской области является актуальной задачей выбор наиболее урожайных сортов озимой пшеницы белорусской селекции и селекции южных регионов России для внедрения в производство, это важнейший фактор роста урожайности зерна высокого качества.

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. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года. Москва 2020. 111 с.
2. Official site of The Food and Agriculture Organization (FAO). <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (дата обращения 15.03.2022).
3. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов : Амрит, 2020 – 120 с.
4. Суховеева, О.Э. Изменения климатических условий и агроклиматических ресурсов в Центральном районе Нечерноземной зоны. *Вестник ВГУ, серия: география. Геоэкология.* 2016; 4: 41-49.
5. Катцов В.М., Школьник И.М., Ефимов С.В. Перспективные оценки изменений климата в российских регионах: детализация в физических и вероятностных пространствах. *Метеорология и гидрология.* 2017. 6. 68–81
6. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Размещение аграрного производства как механизм адаптации к климатическим изменениям. *Экономика сельского хозяйства России.* 2018. 5. 71-76.
7. Мамеев, В.В. Изменения агрометеорологических условий в юго-западной части центра России и их влияние на урожайность озимой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2021; 6 (200): 5-13
8. Николаев, М. В. Уязвимость полевых культур к переувлажнению в условиях изменений климата в Нечерноземье Европейской России и варианты адаптации. М. В. Николаев. *Известия Русского географического общества.* 2021. 153. (4). 47-67.
9. J. Sillman, S. Sippel, S. Russo. Climate Extremes and Their Implications for Impact and Risk Assessment. *Elsevier Inc.*, 2020. 355 pp
10. Mistry, M. N. Simulated. Empirical weather responsiveness of crop yields: US evidence and implications for the agricultural impacts of climate change. *Environmental Research Letters.* 2017. 12, (7). 075007.
11. Береза, О.В. О динамике агроклиматических показателей условий сева, зимовки и формирования урожая основных зерновых культур: диссертация кандидата географ наук. Москва. 2018, 178 стр.
12. Сиротенко, О.Д., Павлова. В.Н. Методы оценки влияния изменений климата на продуктивность сельского хозяйства. В кн: Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. 165–189.
13. Сельское хозяйство в России. 2021: *Стат.сб. Росстат.* С. 29 М., 2021. 100 с.
14. Белоус Н.М., Бельченко С.А., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Осипов А.А. Развитие АПК Брянской области – 2020. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии.* 2020; 6(82): 3-9.
15. Мамеев, В.В., Ториков, В.Е., Петрова, С.Н., Дубинин, Д.В., Гааб, Л.М. Эффективность подкормок озимой пшеницы различными марками азотных и комплексных удобрений *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2021; 6: 12-19.
16. Малышева, Е. В. и др. Влияние различных видов удобрений на биохимические показатели зерна. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2021. 6. 35-40.
17. Гусева, Л. В. и др. Сорт как фактор повышения урожайности и экономической эффективности выращивания зерновых культур в условиях Среднего Урала. *Теория и практика мировой науки.* 2017. 6. 12-17.
18. Dolgopolova N.V., Batrachenko E.A. The modification of physical and chemical properties of dark gray forest-steppe soils under the influence of water processes. В кн.: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations.* 2020. С. 52022.
19. Ториков, В.Е., Мельникова, О.В., Шпилев, Н.С., Мамеев, В.В., Осипов, А.А. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой пшеницы на юго-западе центрального региона России. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2017; 4: 15-19
20. Справцева, Е.В., Мимонов, Р.В., Белоус, Н. М., Косьянчук, В.П., Шаповалов, В.Ф. Оценка эффективности удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве. *Агрохимический вестник.* 2019; 2: 42-47.
21. Сандухадзе, Б.И., Кочетыгов, Г.В., Рыбакова, М.И., Бугрова, В.В., Морозов, А.А., Сандухадзе, Э.К., Коровушкина, М.С., Гусева, Н.Ю. Сортимент озимой мягкой пшеницы для Центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества. *Вестник Орел ГАУ.* 2012; 3 (36). С. 4-8

REFERENCES

1. Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2035 Moscow 2020. p.111 (In Russian)
2. Official site of The Food and Agriculture Organization (FAO). <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru.> (accessed 03/15/2022).
3. Report on the scientific and methodological foundations for the development of strategies for adaptation to climate change in the Russian Federation (in the field of competence of Roshydromet). - St. Petersburg; Saratov: Amirit, 2020 p 120. (In Russian).
4. Sukhoveeva, O.E. Changes in climatic conditions and agro-climatic resources in the Central region of the Non-Chernozem zone. *Bulletin Voronezh State University, series: geography. Geoecology.* 2016; 4. 41-49 (In Russian)
5. Kattsov V.M., Shkolnik I.M., Efimov S.V. Prospective estimates of climate changes in Russian regions: detailing in physical and probabilistic spaces. *Meteorology and hydrology.* 2017. 6. 68-81 (In Russian)
6. Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdo-kimova N.E. Placement of agricultural production as a mechanism of adaptation to climate change. *The economy of agriculture of Russia.* 2018 5. 71-76 (In Russian)
7. Mameev, V.V. Changes in agrometeorological conditions in the south-western part of the center of Russia and their impact on the yield of winter wheat. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2021; 6 (200): 5-13 (In Russian)
8. Nikolaev, M. V. Vulnerability of field crops to waterlogging in the conditions of climate change in the Non-Chernozem region of European Russia and adaptation options. *Izvestiya Russian Geographical Society.* 2021. (4). 47-67. (In Russian)
9. J. Sillman, S. Sippel, S. Russo. Climate Extremes and Their Implications for Impact and Risk Assessment. *Elsevier Inc.*, 2020. 355 p.
10. Mistry, M. N. Simulated vs. Empirical weather responsiveness of crop yields: US evidence and implications for the agricultural impacts of climate change. M. N. Mistry, E. De Cian, I. Sue Wing. *Environmental Research Letters.* 2017. 12, (7). 075007.
11. Birch, O.V. On the dynamics of agro-climatic indicators of sowing conditions, wintering and the formation of the harvest of the main grain crops: dissertation of the Candidate of Geograph sciences. Moscow. 201, 178 p (In Russian)
12. Sirotenko, O.D. Methods of assessing the impact of climate change on the productivity of agriculture. O.D. Sirotenko, V.N. Pavlova. Methods for assessing the effects of climate change on physical and biological systems.- M.: *Roshydromet*, 2012. 165-189. (In Russian)
13. Agriculture in Russia. 2021: *Stat.sat. Rosstat - From 29 m.*, 2021. 100 p. (In Russian).
14. Belous N.M., Belchenko S.A., Torikov V.E., Belous I.N., Osipov A.A. Development of the agroindustrial complex of the Bryansk region - 2020. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy.* 2020; 6(82): p.3-9. (In Russian)
15. Mameev, V.V., Torikov, V.E., Petrova, S.N., Dubinin, D.V., Gaab, L.M. The effectiveness of winter wheat fertilizing with various brands of nitrogen and complex fertilizers *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2021; 6: 12-19. (In Russian)
16. Malysheva, E. V. et al. The influence of different types of fertilizers on the biochemical parameters of grain. *Nagornykh. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2021. 6. 35-40. (In Russian)
17. Guseva, L. V. et al. Variety as a factor of increasing the yield and economic efficiency of growing grain crops in the conditions of the Middle Urals. *Theory and practice of world science.* 2017. 6. 12-17. (In Russian)
18. Dolgopolova N.V., Batrachenko E.A. The modification of physical and chemical properties of dark gray forest-steppe soils under the influence of water processes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies.* 2020; 52022. doi:10.1088/1755-1315/548/5/052022
19. Torikov, V.E., Melnikova, O.V., Shpilev, N.S., Mameev, V.V., Osipov, A.A. Yield and grain quality of modern winter wheat varieties in the south-west of the central region of Russia. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2017; 4: p.15-19. (In Russian)
20. Spravtseva, E.V., Mimonov, R. V., Belous, N. M., Kosyanchuk, V.P., Shapovalov, V.F. Evaluation of the effectiveness of fertilizers and Humistim biologics in the cultivation of winter wheat on radioactively contaminated soil. *Agrochemical Bulletin.* 2019; . 2: p. 42-47 (In Russian)
21. Sandukhadze, B. I. And Kochetygov, G. V., Rybakov, M. I. Bugrov, V. V., Morozov, A. A., Sandukhadze, E. K., Korovushkina, M. S., Guseva, N. Yu. The assortment of soft winter wheat for the Central region of Russia with a high potential of productivity and quality. *Bulletin of the Oreol GAU.* 2012; No. 3 (36). p.4-8 (In Russian)

22. Мамеев, В.В., Ториков, В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020; 1 (30): С. 55-62.
23. Мамеев, В.В. Ториков, В.Е. Изменчивость и прогнозирование урожайности озимой пшеницы в Юго-Западной части Центрального региона России (на примере Брянской области). *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2017. 1(18): 24-30.
24. Бессонова, Л. В. и др. Применение новых сортов как ключевой элемент совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы в Пермском крае. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2020. 4(63). 71-76.
25. Оразаева, И. В. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы различных экотипов в условиях Юго-Западной части ЦЧР. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2018. 1(17). С. 135-142.
26. Макаров, В. И. и др. Оценка некоторых сортов озимой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности. *Аграрная Россия*. 2019. 8. 3-8.
27. О. А. Лапшинова, О. А. Антошина, Т. В. Хабарова [и др.] Экологическая пластичность и стабильность урожайности образцов озимой мягкой пшеницы в условиях Юга Нечерноземья. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2018. 4(40). С. 178-183.
28. Гладышева, О.В. и др. Урожайность и оценки адаптивности раннеспелых и позднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья. *Аграрная наука*. 2021. 1. 129-132.
29. Амелин, А.В. Мельник, А.Ф., Мазалов, В.И., Николаев, А.Н. Значение сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013; 3 (7): С. 57-65
30. Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Осипова А.В. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья. *Хлебобродуцты*. 2013; 9: 62-64.

22. Mameev, V.V., Torikov, V.E. The role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020; 1 (30): p. 55-62. (In Russian)
23. Mameev, V.V. Torikov, V.E. Variability and forecasting of winter wheat yield in the Southwestern part of the Central region of Russia (on the example of the Bryansk region). *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2017. 1(18): 24-30. (In Russian)
24. Bessonova, L. V. et. al. The use of new varieties as a key element of improving the technology of winter wheat cultivation in the Perm Region. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*/ 2020. 4(63). 71-76. (In Russian)
25. Orazayeva, I. V. Evaluation of varieties of winter soft wheat of various ecotypes in the conditions of the South-Western part of the Central Asian Republic. *Innovations in agriculture: problems and prospects*. 2018. 1(17). 135-142. (In Russian)
26. Makarov, V. I. et. al. Evaluation of some varieties of winter wheat by yield and adaptability parameters. *Agrarian Russia*. 2019. 8. 3-8. (In Russian)
27. O. A. Lapshinova, O. A. Antoshina, T. V. Khabarova [et al.]. Ecological plasticity and yield stability of winter soft wheat samples in the conditions of the South of the Non-Chernozem region. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2018. 4(40). 178-183 (In Russian)
28. Gladysheva, O.V. et. al. Productivity and assessment of adaptability of early-ripening and late-ripening varieties of winter soft wheat in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Agrarian Science*. 2021. 1; 129-132. (In Russian)
29. Amelin, A.V. Melnik, A.F., Mazalov, V.I., Nikolaev, A.N. The significance of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the natural and ecological conditions of the Orel region. *Leguminous and cereal crops*. 2013; 3 (7): p. 57-65. (In Russian)
30. Sandukhadze B.I., Rybakova M.I., Osipova A.V. Grain quality of winter wheat varieties cultivated in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Bread products*. 2013; 9: 62-64 (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

- Василий Васильевич Мамеев**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: vmameev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>
- Ториков Владимир Ефимович**, доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Российская Федерация
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>
- Владимир Михайлович Никифоров**, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства,
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: vovan240783@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2719-6501>
- Сергей Михайлович Сычёв**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>
- Нестеренко Ольга Александровна**, аспирант ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: onesterenko391@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1104-8750>
- Милехина Наталья Витальевна**, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства,
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: milekhina_74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9420-1967>

ABOUT THE AUTHORS:

- Vasily Vasil'evich Mameev**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: vmameev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>
- Torikov Vladimir Efimovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University
2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>
- Vladimir Mikhailovich Nikiforov**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: vovan240783@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2719-6501>
- Sergey Mikhailovich Sychev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>
- Nesterenko Olga Alexandrovna**, Postgraduate student
Bryansk State Agrarian University,
2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: onesterenko391@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1104-8750>
- Natalia Vitalievna Milekhina**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: milekhina_74@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9420-1967>

Л.Н. Анищенко¹,
С.Н. Поцепа², ✉
А.А. Справцев²,
Т.И. Васькина²,
М.В. Семышев²,
С.М. Сычев²

¹Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, г. Брянск, Российская Федерация

²Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., с.Кокино, Российская Федерация

✉ snpotsepai@yandex.ru

Поступила в редакцию:
05.05.2022

Одобрена после рецензирования:
01.09.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125

Lidiya N. Anishchenko¹,
Svetlana N. Potsepai², ✉
Aleksandr A. Spravtsev²,
Tat'yana I. Vaskina²,
Mikhail V. Semyshev²,
Sergei M. Sychev

¹Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, Russian Federation

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, v.Kokino, Russian Federation

✉ snpotsepai@yandex.ru

Received by the editorial office:
05.05.2022

Accepted in revised:
01.09.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Организация устойчивого управления лугами в Нечерноземной зоне Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. Луговые сообщества, формирующиеся в различных экологических режимах, участвуют в биогеохимическом цикле углерода, кумулируя и задерживая его, выводя из атмосферного воздуха. Значительная часть естественных лугов в староосвоенном регионе интенсивно эксплуатируется и теряет углероддепонирующие функции. Устойчивое управление лугами при интенсивной эксплуатации предусматривает организацию их восстановления и оптимальной эксплуатации.

Результаты. Исследование динамики содержания углерода в надземной и подземной биомассе, почве трёх типов лугов показало благоприятное влияние восстановительных процессов на содержание органического углерода в почве, рост биомассы и продуктивности. Наиболее отзывчивыми на восстановительные процессы оказались долгопоёмные луга. Однако возрастание количества надземной и подземной биомассы на лугах, продуктивность лугов также возрастала для всех типов лугов к возрасту 5 лет, а затем снижались. Рекомендованы следующие мониторинговые показатели для диагностики хода восстановительных процессов на луговых экосистемах: биомасса корней, индекс площади листьев, содержание лабильного органического вещества. Поэтому при планировании управления лугами при восстановительных сукцессиях необходимо предусмотреть умеренную пастбищную нагрузку с на 4–5 год восстановительных процессов. Планируя использование лугов, необходимо предусматривать сочетание процессов секвестрации и депонирования органического углерода — это способ повышения или сохранения гумусированности почв, сохранения урожайности сельскохозяйственных культур, сокращения эмиссии CO₂ в атмосферный воздух.

Ключевые слова: луговые сообщества, пастбищеоборот, секвестрация и депонирование углерода, восстановительные сукцессии

Для цитирования: Анищенко Л.Н., Поцепа С.Н., Справцев А.А., Васькина Т.И., Семышев М.В., Сычев С.М. Организация устойчивого управления лугами в Нечерноземной зоне Российской Федерации. *Аграрная наука*; 2022; 362 (9): 120–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125>

© Анищенко Л.Н., Поцепа С.Н., Справцев А.А., Васькина Т.И., Семышев М.В., Сычев С.М.

Organization of sustainable management of meadows in the Nonchernozem belt of the Russian Federation

ABSTRACT

Relevance and methodology. Meadow communities forming in various ecological regimes, participate in the biogeochemical carbon cycle, accumulating and retaining it, removing it from the atmospheric air. A significant part of the natural meadows in the old-developed region is intensively exploited and loses carbon-depositing functions. The sustainable management of meadows under intensive exploitation provides for the organization of their restoration and optimal exploitation. In field and office work, the method of trial plots, ecological analytical methods with the determination of organic carbon in the composition of soil humus, the method of phytocenotic analogs, the weight method, and a number of statistical methods were used.

Results. The research of the dynamics of the carbon content of above- and underground biomass, soil of three meadows types, showed a favourable effect of restoration processes on the organic carbon content of soils, the growth of biomass and productivity. The long-flooded meadows turned out to be the most responsive to restoration processes. However, the increase in the amount of aboveground and underground biomass in meadows, the productivity of meadows also increased for all types of meadows by the age of 5 years, and then decreased. The following monitoring indicators to diagnose the progress of recovery processes in meadow ecosystems are recommended: root biomass, leaf area index and content of labile organic matter. Therefore, when planning the management of meadows during restoration successions, it is necessary to provide for a moderate pasture load with 4–5 years of restoration processes. Planning the use of meadows, it is necessary to provide for a combination of sequestration and deposit processes of organic carbon, which is a way to increase or preserve the humus content of soils, preserve crop yields, and reduce CO₂ emissions into the atmospheric air.

Key words: meadow communities, pasture rotation, sequestration and carbon depositing, progressive succession

For citation: Anishchenko L.N., Potsepai S.N., Spravtsev A.A., Vaskina T.I., Semyshev M.V., Sychev S.M. Organization of sustainable management of meadows in the Nonchernozem belt of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 120–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125> (In Russian).

© Anishchenko L.N., Potsepai S.N., Spravtsev A.A., Vaskina T.I., Semyshev M.V., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Современное агропроизводство нацелено на применение экологических основ, закономерностей и приёмов для получения максимальной продукции и поддержания устойчивости компонентов агрокомплексов. Особое направление современного экологичного хозяйства в луговодстве при получении высококачественных кормов — изучение роли почвы, растений, морт-массы в депонировании углерода и решении проблемы поглощения парниковых газов. Согласно данным исследований, в мировом масштабе луговые пастбища занимают около 70% сельскохозяйственных угодий мира, занимая 26% площади суши; около 20% естественных пастбищ преобразованы в сеяные луга [1–3]. Мировое животноводство развивается именно с участием пастбищного цикла производства кормов, увеличивая нагрузку на луговые сообщества, вызывая пасторальную дигрессию, возвращение в общий цикл почвенного углерода (в виде CO_2) и усиление парникового эффекта [4, 5, 6]. Планирование процессов управления лугами, в том числе и в Нечерноземье РФ, потенциально может уменьшить углеродные потери, регламентировать секвестрацию углерода, сделать эффективным использование земельных ресурсов и повысить экологическую рентабельность и восстановление деградированных земель [7–9].

Цель работы — изучение динамики содержания углерода надземной и подземной биомассой, почвой для определения рекомендаций по устойчивому управлению луговыми сообществами в Нечерноземье РФ.

Материал и методы исследований / Materials and method

Луговой травостой вносит вклад в запасы углерода в первую очередь циклическими процессами роста и отмирания корней: любое изменение органического состава почвы (органического углерода) оказывает воздействие на повышение содержания CO_2 в воздухе, так как по общеизвестным мировым данным в луговых (и лесных) почвах углерода содержится в два раза больше, чем в атмосфере [10, 11]. Поэтому один из путей увеличения депонирования углерода на суше — организация экологичной эксплуатации прежде всего луговых сообществ естественного происхождения, которые фиксируют углерод в почве на неопределённый срок; поэтому отдельные элементы углеродного цикла должны изучаться в натуральных и камеральных условиях в режиме мониторинга.

Непосредственно в среднем Подесенье в условиях Брянской области (Нечерноземье РФ) не исследованы вопросы изменения содержания углерода при восстановительных сукцессиях лугов после значительного стравливания травостоя. Проведённые исследования — один из первых шагов мониторинга, который позволит выявить условия секвестрации углерода, то есть его удаления из атмосферы за счёт получения новой биомассы, а также депонирования — предотвращения быстрого возврата органического углерода из почвы в атмосферу. Сообщества лугов были выбраны по критерию фоновой встречаемости в Нечерноземье РФ, интенсивности использования как укосных и пастбищных угодий, а также с учетом различных экологических режимов биотопа при формировании. Типологию лугов и принадлежность сообществ к ассоциациям растительности устанавливали в соответствии с рекомендованными приемами и методическими подходами школы Ж. Браун-Бланке [12, 13]. Для сообществ ассоциации рассчитывали балльную

характеристику влажности (В), содержания азота (N) и кислотности почв (К) по шкалам Г. Элленберга.

Группа низинных лугов представлена сообществами ассоциации *Lysimachio vulgaris* — *Filipenduletum ulmariae* Balatova-Tulackova 1978 (вязолистнолабазниковый тип, подгруппа злаковых и разнотравно-мелкозлаковых лугов), распространёнными на пойменных дерново-глеевых суглинистых почвах, сырых (В = 7,8), слабокислых (К = 5,4), умеренно обеспеченных азотом (N = 5,7).

Долгопоёмные луга представлены ценозами ассоциации *Heracleo sibirici* — *Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990 (борщевиково-луговолисохвостовый тип, подгруппа влажных и сыроватых лугов), луга зарегистрированы в центральной, реже в прирусловой части поймы, на дерновых зернистых глееватых и глеевых суглинистых почвах, на свежих и влажных (В = 4,9), слабокислых (К = 5,9), умеренно обеспеченных азотом (N = 4,9).

Суходольные луга изучались на примере сообществ ассоциации *Deschampsio* — *Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (шу * и ** — оково-тонкополевиный тип, подгруппа разнотравно-мелкотравных сухих и свежих лугов), которые формируются на повышенных малозаливяемых участках пойм малых и средних рек со слабоподзоленными песчаными и супесчаными почвами, сухими (В = 4,1), среднекислыми (К = 4,1), умеренно обеспеченными или бедными азотом (N = 4,0).

Для решения задач по исследованию накопления углерода компонентами лугов применяли метод фитоденотических аналогов: в Брянском, Выгоничском районах устанавливали фитоденотические ряды трёх описанных ассоциаций лугов, имеющих различную продолжительность восстановления после полного стравливания при выпасе: в — первую группу объединены луга 1–2-летнего, во вторую — 3–5-летнего восстановления, в третью — 6–8-летнего, в четвёртую — более чем 8-летнего восстановительного периода. Участки лугов, на которых проведены двухлетние исследования, только выкашивались, скот не выпасался. Для контрольного варианта использовались луга соответствующей группы с регулярным выпасом в первой половине лета, а также одним укосом после отрастания отавы.

Исследования биомассы проводились на делянках размером 10 м^2 по рекомендациям методик проведения полевых опытов. Для работы с надземной биомассой делали укосы в первой декаде августа, с учётных площадок (пробных площадок, ПП) размером $50 \times 50 \text{ см}$ в семикратной повторности; растения срезали на уровне почвы, после доведения в лаборатории до воздушно-сухого состояния определяли массу. Почвенные прикопки закладывали согласно методическим рекомендациям на однородных по растительности участках [ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.3.01-83 Почвы. Общие требования к отбору проб]. Отбирали почвенные монолиты с надземными растениями размерами $20 \times 20 \text{ см}$ на всю глубину деятельностного горизонта (15 см). С поверхности отобранного монолита срезался слой дернины в 3,5 см шириной, в котором определялась надземная биомасса и растительные остатки дернины, устанавливалась их масса (г/м^2). В основной части монолита определялось содержание корней и их масса.

В усреднённых для обработки почвенных образцов определяли органический углерод (С_о) в составе почвенного гумуса, используя вытяжку с NaOH (0,1 М), и количество лабильных гумусовых веществ (С_л) в вытяжке

с нейтральным раствором $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (0,1 М) [14].

На ПП в укосах отбирали доминирующие виды злаков, бобовых и травостоя, определяли метрические признаки, площадь листьев растений, рассчитывали индекс площади листьев (ИПл, m^2/m^2). Статистическая обработка данных проводилась по общепринятым методикам [15].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Поглощение углерода в виде CO_2 определяется состоянием фотосинтетического аппарата продуцентов лугов, его развитием — площадью, в случае наблюдений эти параметры устанавливались по площади поверхности листьев и индексу листовой поверхности (таблица 1). В первые шесть лет восстановления лугов различных типов наблюдались закономерности общего роста площади и ИПл. Наиболее значительный прирост выявлен для долгопоёмных лугов борщевико-луговолисохвостового сообщества, наименьший — у суходольных лугов щучково-тонкополевичных, что определяется общей формой листьев доминирующих злаков и разнотравья. При длительном периоде восстановления лугов (8-летнее и более длительное существование сообществ) и отсутствии выпаса изменение показателей для оценки работы фотосинтетического аппарата растений показывает их уменьшение по количественным характеристикам. Особенно значительно снижается ИПл у сообществ суходольных лугов и вербейниково-лабазникового типа.

Вероятно, в связи с увеличением возраста растений, формированием плотных дернин растений и рамет разнотравья воспроизводство надземной биомассы уменьшается при достаточно значительной конкуренции. Скусывание побегов растений животными, а не только однократные укосы, поддерживает и регулирует отрастание побегов с листовыми пластинками и препятствует уменьшению показателей оценки эффективности фотосинтеза.

С расчётными показателями связано и воспроизводство биомассы надземных частей травостоя. Динамические показатели биологической продуктивности для различных типов лугов показывают аналогичные тенденции (таблица 2). В структуре показателей биомассы надземной части травостоя у группы низинных и долгопоёмных лугов

Таблица 1. Динамика показателей площади (cm^2) и индекса площади листьев (ИПл, m^2/m^2) у вегетирующих растений

Table 1. Dynamics of leaf area indicators (cm^2) and leaf area index (LAI, m^2/m^2) in vegetating plants

Типология сообществ	Сукцессионный статус луговых сообществ* Площадь листьев (S) / ИПл, $\text{M} \pm \text{m}$			
	1	2	3	4
1. L.v.-F.u.**	13,7±0,7 / 3,35 ±0,3	17,4±0,9 / 3,62±0,3	22,1±1,7 / 4,73 ±0,4	20,2±1,2 / 3,63 ±0,4
2. H.s.-A.p.	14,3±0,9 / 3,67 ±0,3	18,1±1,0 / 3,99±0,4	23,5±1,6 / 5,95 ±0,5	20,2±1,3 / 3,12 ±0,5
3. D.c.-A.t.	12,1±0,9 / 2,33 ±0,3	15,7±0,8 / 2,67±0,3	18,8 ±0,9 / 3,24 ±0,4	16,3±0,8 / 2,57 ±0,3

Примечания: * Сукцессионный статус лугов. 1 — луга 1–2-летнего восстановления, 2 — 3–5-летнего, 3 — 6–8-летнего, 4 — более чем 8-летнего восстановительного периода; ** — обозначения сообществ: 1 — вербейниково-лабазникового (*Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláková 1978); 2 — борщевико-луговолисохвостовое (*Heracleo sibirici* — *Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990); 3 — щучково-тонкополевичное (*Deschampsio* — *Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969)

Таблица 2. Динамика биологической продуктивности (масса, g/m^2) лугов на различных стадиях восстановительной сукцессии

Table 2. Dynamics of biological productivity (weight, g/m^2) of meadows at various stages of regenerative succession

Сообщества	Сукцессионный статус луговых сообществ* Масса злаков / бобовых и разнотравья, $\text{M} \pm \text{m}$			
	1	2	3	4
1. L.v.-F.u.**	198,0±12,7 / 227,4 ±14,2	218,6±11,9 / 363,2±11,6	253,6±11,5 / 369,3 ±13,7	226,7±12,4 / 344,9 ±12,9
2. H.s.-A.p.	265,7±10,5 / 281,9 ±10,7	308,1±12,8 / 398,4±10,9	375,1±13,2 / 452,7 ±12,4	287,3±12,6 / 370,4 ±12,9
3. D.c.-A.t.	214,6±11,3 / 198,5 ±11,1	297,2±12,1 / 211,2±10,9	307,1 ±12,7 / 222,7 ±10,8	243,9±10,3 / 215,3 ±10,2

Примечание. Обозначения аналогичны таблице 1.

Таблица 3. Динамика продуктивности и качества сена лугов при восстановительных сукцессиях

Table 3. Dynamics of biological productivity (weight, g/m^2) of meadows at various stages of regenerative succession

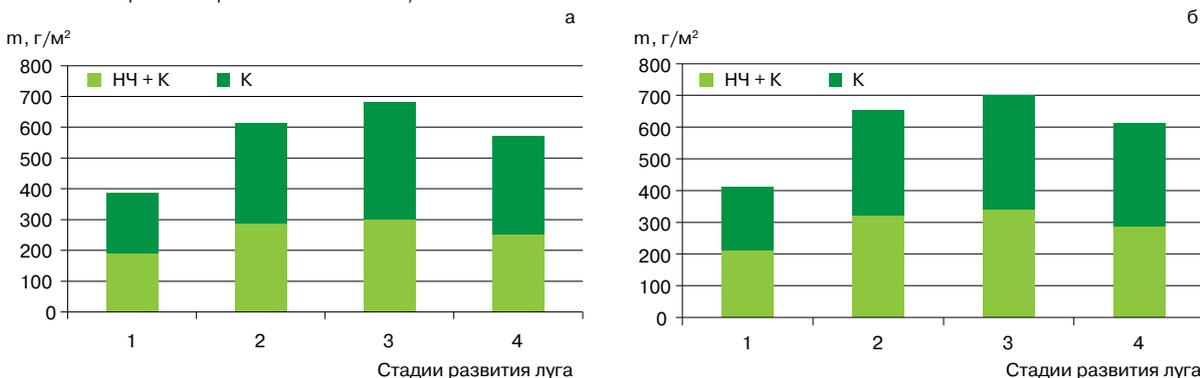
Тип лугов	Сукцессионный статус луговых сообществ*			
	1	2	3	4
Продуктивность, $\text{ц}/\text{га}^{**}$				
1. L.v.-F.u.***	18,9±1,2 17,0–20,6	21,3±1,8 16,2–21,1	21,6±2,1 17,3–20,9	19,1±1,6 16,2–19,8
2. H.s.-A.p.	25,8±1,8 23,9–31,5	28,81±2,6 22,0–29,4	29,7±2,7 22,8–32,0	26,2±2,5 22,4–30,1
3. D.c.-A.t.	9,0±0,8 8,6–11,9	9,2±1,0 8,1–10,3	10,2±1,1 8,4–11,2	8,8±0,7 8,5–10,5
Содержание азота, % / фосфора, % / сырой клетчатки, %				
1. L.v.-F.u.**	1,19 / 0,53 / 32,16	1,20 / 0,55 / 33,20	1,18 / 0,55 / 33,51	1,20 / 0,52 / 32,84
2. H.s.-A.p.	1,36 / 0,57 / 46,22	1,56 / 0,63 / 47,23	1,34 / 0,59 / 46,92	1,35 / 0,59 / 45,97
3. D.c.-A.t.	1,33 / 0,59 / 34,22	1,39 / 0,61 / 36,31	1,30 / 0,60 / 34,85	1,34 / 0,60 / 34,72

Примечания: *, *** — обозначения аналогичны таблице 1.

** — числитель: продуктивность — средний показатель с ошибкой среднего ($\text{M} \pm \text{m}$), знаменатель — минимальные и максимальные определённые значения продуктивности

Рис. 1. Диаграмма динамики развития надземной части и корней в образцах почвенных монолитов: а — в сообществе вербейниково-лабазникового (*Lysimachio vulgaris — Filipenduletum ulmariae* Balatova-Tulackova 1978); б — в сообществе борщевиково-луговолисохвостовом (*Heracleo sibirici — Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990)

Fig. 1. Diagram of the dynamics of the development of the aboveground part and roots in soil monolith samples: а — in the loosestrife-meadowsweet community (*Lysimachio vulgaris — Filipenduletum ulmariae* Balatova-Tulackova 1978); б — in the hogweed-meadow foxtail community (*Heracleo sibirici — Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990)



преобладает масса разнотравья и бобовых растений, у суходольных щучково-тонкополевичных лугов — биомасса злаков.

Биомасса злаков преобладает над биомассой бобовых и разнотравья для щучково-тонкополевичного сообщества, для вербейниково-лабазникового и борщевиково-луговолисохвостового сообщества доминирующими в биомассе являются разнотравье и бобовые.

При восстановлении сообществ лугов в различных экологических условиях закономерно возрастает первичная продукция (и, соответственно, биологическая продуктивность) травостоя: наиболее значительный прирост растительной массы зарегистрирован к 5–8-му году восстановления, затем наблюдается спад на 25–35% от средних значений биомассы 1–2-го года развития луга. Для борщевиково-луговолисохвостового луга (долгопоёмного типа луга) большее увеличение биомассы бобовых и разнотравья по сравнению с возрастанием значений показателя злаков статистически достоверно ($t_{\text{практ}} > t_{\text{табл}}$). Для восстановительных процессов вербейниково-лабазникового типа лугов характерны рост биомассы разнотравья и бобовых начиная с 3-го года восстановления и практически неизменных значений показателя за период наблюдений. Такое разрастание разнотравья закономерно и определяется составом травостоя этих лугов.

Общие показатели продукции в пересчёте на единицу площади и содержания основных веществ в потребляемой животными биомассе показаны в таблице 3.

Содержание азота, фосфора и сырой клетчатки за восстановительный период более 8 лет практически не изменялось, что говорит о видовых особенностях растений в составе травостоя, определяющих качество сена. Продуктивность лугов также изменялась флуктуационно: возросла для всех типов лугов к возрасту 5 лет, а затем незначительно снижалась. Динамические изменения минимальной и максимальной продуктивности также регистрировались для всех типов изучаемых лугов. Общая продуктивность за восстановительный период возросла на 15% для борщевиково-луговолисохвостового луга; для этого же типа сообщества в первые два года восстановления зарегистрированы наибольшие минимальные и максимальные показатели продуктивности. Для щучково-тонкополевичного сообщества биомасса травостоя, характеризующая продуктивность, уменьшалась с течением времени восстанов-

ления травяного покрова: вероятно, это обусловлено биологическими особенностями доминанта — щучки дернистой, которая при воздействии пасущихся животных увеличивает скорость образования корневища почеч возобновления.

Показатели продуктивности лугов с различными экологическими режимами на начальных стадиях восстановительных сукцессий соответствуют данным по аналогичным сообществам [16, 17].

Органический углерод в луговых сообществах распределяется также и по следующим пулам: в надземной части растений и в корнях. Часть органического вещества, накапливаемого в слое побегов 2–3 см над поверхностью почвы, может быть зарегистрирована как ветошь и растительные остатки; она может быстро минерализоваться, удаляясь в атмосферу в виде CO_2 . Развитие растительного покрова на лугах стимулирует трансформацию субстрата, способствуя росту корней и кумуляции углерода. Общая закономерность в формировании биомассы (рисунки 1, 2) для трёх типов лугов — преобладание корневой массы (к) над показателями биомассы прикорневой (надземной части растений — нч + к).

Рис. 2. Диаграмма динамики развития надземной части и корней в образцах почвенных монолитов в сообществе щучково-тонкополевичном (*Deschampsio — Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969)

Fig. 2. Diagram of the dynamics of the development of the aboveground part and roots in samples of soil monoliths in the pike-thin bentgrass community (*Deschampsio — Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969)

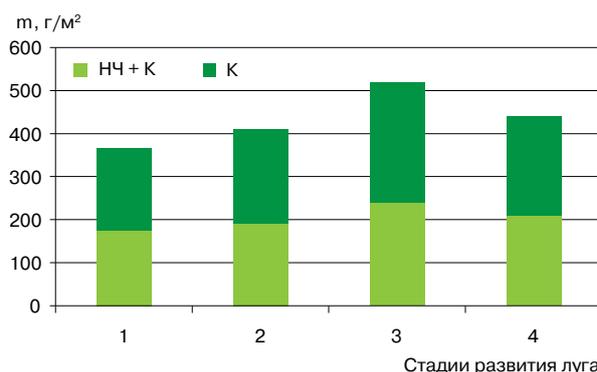


Таблица 2. Динамика содержания органического вещества в почвах луговых сообществ при восстановительных сукцессиях
 Table 2. Dynamics of organic matter content in soils of meadow communities during restorative successions

Сообщества	Сукцессионный статус луговых сообществ* Со, % к почве / Сл, % от Со, М±m			
	1	2	3	4
1. L.v.-Fu.**	1,29±0,3 / 22,3 ±1,2	1,48±0,3 / 35,2 ±1,9	1,55±0,4 / 37,1 ±1,6	1,50±0,4 / 35,2 ±1,9
2. H.s.-A.p.	1,33±0,5 / 21,7 ±1,5	1,48±0,4 / 26,2 ±1,4	1,41±0,4 / 25,8 ±1,9	1,42±0,4 / 23,4 ±1,7
3. D.c.-A.t.	1,12±0,3 / 19,7 ±1,7	1,22±0,4 / 25,2 ±1,9	1,27±0,4 / 22,9 ±1,5	1,27±0,4 / 22,4 ±1,3

Примечание: * и ** — обозначения аналогичны таблице 1.

Образуемый на лугах слой ветоши имеет мощность до 0,7 см, в пересчёте на общую массу — от 2,8 т/га до 3,5 т/га. В верхней части почвенного профиля (монолита) при влиянии дернового процесса дифференцируется гумусово-слаборазвитый горизонт. Его толщина для трёх изученных типов сообществ составляет от 1,7 до 2,4 см. Наиболее значительная биомасса корней представлена в сообществе щучково-тонкополевичного луга, она снижается по мере возрастания длительности восстановительной сукцессии. Для вербейниково-лабазникового и борщевиково-луговолисохвостового типов лугов зарегистрирована наибольшая биомасса корней и надземной части растений в связи со значительной мощностью развития травостоя и отавы при возобновлении травяного покрова. Сравнивая соотношение биомассы корней и всей побеговой биомассы для ПП на разных типах лугов, мы пришли к выводу, что это соотношение составляет 1:3,8 (1:4,0). Таким образом, обеспечивается надёжная мобилизация органического углерода в живых компонентах лугов. В отличие от изменения надземной биомассы побегов луговых видов, динамические показатели для корней и надземной части снижаются к моменту четвёртой стадии сукцессионных изменений не так резко. Вероятно, кумуляция углерода более значительная именно для корневой части травостоя любых лугов.

Параллельный процесс почвенного депонирования углерода наблюдается для почвы лугов. Нами наблюдался процесс изменения содержания Со и Сл в луговых почвах (таблица 4).

Лабильный углерод в почвах играет одну из первостепенных ролей, определяя физические свойства почвы, способствуя удержанию влаги, оструктурированию почвы. Восстановление и трансформация почвы при сукцессионных процессах приводит к изменению содержания органического углерода и повышению депонирования его в почве: с увеличением возраста лугов возрастает и содержание Со (изменения статистически недостоверны). Растёт концентрация лабильных органических веществ, представленных в основном неспецифическими органическими соединениями: органическими кислотами, спиртами, аминокислотами, углеводородами и т.д. Для почв борщевиково-луговолисохвостового сообщества возрастания Со фактически

не наблюдалось начиная с третьего года восстановительной сукцессии, а в щучково-тонкополевичном сообществе — с пятого. Выполнение накопительной (углеродной) функции почвами лугов можно считать стабильным, обеспечиваемым и ростом биомассы надземной части. Таким образом, залужение и восстановление лугов ведёт к возрастанию Со, однако и стабилизирует Сл при, видимо, ингибировании процессов минерализации. В дальнейшем можно получить представление об углерод-протекторных свойствах почв.

Выводы / Conclusion

Таким образом, восстановительные сукцессии на лугах различных типов, в том числе и без поддерживающего выпаса животных, показали возрастание возможностей для секвестрации надземной массой и депонирования почвой углерода. Время существования лугов оказывает воздействие прежде всего на рост побеговой биомассы, корней, а также на процессы, повышающие содержание Со. Однако при одном укосе трав во всех экологических типах лугов по истечении 8-летнего восстановительного периода снижается природные показатели для любой биомассы. При планировании лугопользования, необходимо предусмотреть неистощительный выпас, так как он воздействует на скорость оборота (разложения) надземных компонентов сообществ, увеличивает скорость разложения подстилки, образование и развитие почек.

Возрастание в залежных луговых почвах органического углерода обусловлено уменьшением его потерь: биохимических (при снижении процессов минерализации) и физических (при устранении механического удаления части профиля почв с эрозией, миграцией, в том числе и водной, технологической). Наиболее чувствительны ко времени восстановления после стравливания болотные луга и долгопоёмные.

Таким образом, при организации управления лугами, сопряжённой с выполнением программы декарбонизации, необходимо предусмотреть воспроизводство циклических процессов пасторальной нагрузки с непрерывными циклами обрезки, удаления ветоши, прикорневой части растений, обеспечить процессы регенерации, достаточные для поддержания кумулятивного звена биогеохимического цикла углерода.

Особенно важен в процессе накопления углерода почвенный пул Со, так как в биокосном теле он связывается надолго и малоподвижен. Ключевой регулятор устойчивости и углероддепонирующей функции лугов — контроль выпаса и состояния надземной биомассы. В качестве сопутствующих механизмов устойчивого управления лугами также могут быть рекомендованы удлинение вегетации, то есть скашивания зелёной массы на силос, оптимизация состава травостоя подсевом бобовых растений, восстановление доминантов.

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

- Chang J., Ciais, P., Gasser T. et al. Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands. *Nat Commun.* 12. 118. 2021. [Электронный ресурс]. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20406-7>.
- Lal R. Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation.* 2020. 75 (2). 27A-32A. DOI: <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A/>.
- Stolbovoi V. Carbon in Russian soils. *Climat. Change.* 2022. 55. 131-156.
- Nicoloso R.S., Rice, C.W., Amado T.J.C., Costa C.N., Akley E.K., Carbon saturation and translocation in a no-till soil under organic amendments. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 2018. 264. 73–84.
- Klumpp K. et al. The carbon sequestration of grassland soils – climate change and mitigation strategies. 2018. 23. 509-519.
- Schjonning P., Jensen J.L., Bruun S. Jensen L., Christensen B., Munkholm L., Oelofse M., Baby S., Knudsen L. The role of soil organic matter for maintaining crop yields: Evidence for a renewed conceptual basis. *Advances in Agronomy.* 2018. 150. 35–79.
- Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Симоненко Н.К., Смольский Е.В. Влияние удобрений на продуктивность и накопление радионуклидов при возделывании мятликовых трав в одновидовых посевах. *Агрохимических вестник.* 2012. 5. 6-8.
- Oldfield E., Bradford M., Wood S. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *Soil.* 2019. 5. 15–32.
- Шаповалов В.Ф., Харкевич Л.П., Белоус И.Н. Продуктивность и качество зеленой массы, многолетних трав в зависимости от условий минерального питания и способов обработки почвы. *Агрохимический вестник.* 2011. 3. 6-8.
- Когут М.Б., Семенов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом. *Бюлл. Почвенного института имени В.В. Докучаева.* 2020. 102. 103-124.
- Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры: 3-е изд.. Х.Э. Вебер, Я. Моравец, Ж.-П. Терийя. *Растительность России.* 2005. 7. 3–38.
- Методические указания по классификации сенокосов и пастбищ равнинной территории Европейской части СССР. М.: ВНИИ кормов., 1987. 148.
- Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie: 3. Aufl.* Wien; New York, 1964. 865.
- Методы определения активных компонентов в составе гумуса почв (Для проведения сравнительных исследований в длительных опытах, реперных участках и полигонах агроэкологического мониторинга). М.: ВНИИА, 2010. 34.
- Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296.
- Егорова В.Н. Пойменные луга Средней Оки: мониторинг, проблемы сохранения и восстановления биоразнообразия и генофонда. М.: *Европейские полиграфические системы*, 2013. 412 с.
- Поцепай С.Н., Бельченко С.А., Анищенко Л.Н., Продуктивность и эколого-химические характеристики сеяных лугов Подесенья в фоновых условиях (Брянской области). *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.* 2019. 1. 39-44.

ОБ АВТОРАХ:

- Лидия Николаевна Анищенко**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, ул. Бежицкая 14а г. Брянск, Российская Федерация
e-mail: lanishchenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6600-6010>
- Светлана Николаевна Поцепай**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент института экономики и агробизнеса Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: snpotsepai@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>,
- Александр Анатольевич Справцев**, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация
e-mail: bgsha@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0003-0146-0810>
- Татьяна Ивановна Васькина**, аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация
e-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>
- Михаил Васильевич Семышев**, доцент института экономики и агробизнеса Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: mwsemmm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0496-1509>
- Сергей Михайлович Сычёв**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский ГАУ, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

REFERENCES

- Chang J., Ciais, P., Gasser T. et al. Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands. *Nat Commun.* 12. 118. 2021. [Electronic resource]. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20406-7>.
- Lal R. Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation.* 2020. 75 (2). Pp.27A-32A. DOI: <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A/>.
- Stolbovoi V. Carbon in Russian soils. *Climat. Change.* 2022. 55. 131-156.
- Nicoloso R.S., Rice, C.W., Amado T.J.C., Costa C.N., Akley E.K., Carbon saturation and translocation in a no-till soil under organic amendments. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 2018. 264. 73–84.
- Klumpp K. et al. The carbon sequestration of grassland soils – climate change and mitigation strategies. 2018. 23. 509-519.
- Schjonning P., Jensen J.L., Bruun S. Jensen L., Christensen B., Munkholm L., Oelofse M., Baby S., Knudsen L. The role of soil organic matter for maintaining crop yields: Evidence for a renewed conceptual basis. *Advances in Agronomy.* 2018. 150. 35–79.
- Belous N.M., Shapovalov V.F., Simonenko N.K., Smolsky E.V. Influence of fertilizers on the productivity and accumulation of radionuclides in the cultivation of bluegrasses in single-species crops. *Argochemical Bulletin.* 2012. 5. 6-8. (In Russian)
- Oldfield E., Bradford M., Wood S. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *Soil.* 2019. 5. 15–32.
- Shapovalov V.F., Kharkevich L.P., Belous I.N. Productivity and quality of green mass, perennial grasses depending on the conditions of mineral nutrition and methods of tillage. *Agrochemical Bulletin.* 2011. 3. 6-8. (In Russian)
- Kogut M.B., Semenov V.M. Assessment of soil saturation with organic carbon. *Bull. Soil Institute named after V.V. Dokuchaev.* 2020. 102. 103-124. (In Russian)
- International Code of Phytosociological Nomenclature: 3rd ed. H.E. Weber, J. Moravec, J.-P. Teriya. *Vegetation of Russia.* 2005. 7. 3–38. (In Russian)
- Guidelines for the Classification of Hayfields and Pastures in the Plain Territory of the European Part of the USSR. М.: VNIИ forage, 1987. 148 . (In Russian)
- Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie: 3. Aufl.* Wien; New York, 1964. 865 .
- Methods for determining active components in the composition of soil humus (For comparative studies in long-term experiments, reference plots and polygons of agroecological monitoring). М.: VNIИA, 2010. 34 . (In Russian)
- Zaitsev G.N. *Mathematics in experimental botany.* М.: Nauka, 1990. 296 . (In Russian)
- Egorova V.N. Floodplain meadows of the Middle Oka: monitoring, problems of conservation and restoration of biodiversity and gene pool. М.: *European polygraphic systems*, 2013. 412 . (In Russian)
- Potsepai S.N., Belchenko S.A., Anishchenko L.N., Productivity and ecological and chemical characteristics of sown meadows of the Desenyne in background conditions (Bryansk region). *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.* 2019. 1. 39-44. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

- Lidiya Nikolaevna Anishchenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsk, st. Bezhitskaya 14a, Bryansk, Russian Federation
e-mail: lanishchenko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6600-6010>
- Svetlana Nikolaevna Potsepai**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Institute of Economics and Agribusiness Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: snpotsepai@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>,
- Aleksandr Anatol'evich Spravtsev**, Postgraduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: bgsha@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0003-0146-0810>
- Tat'yana Ivanovna Vas'kina**, Postgraduate student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>
- Mikhail Vasil'evich Semyshev**, Associate Professor at the Institute of Economics and Agribusiness Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: mwsemmm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0496-1509>
- Sergey Mikhailovich Sychev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

УДК 633.521: 631.52: 632.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130

В. П. Понажев

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Российская Федерация

✉ info.trk@fnclik.ru

Поступила в редакцию:
16.03.2022Одобрена после рецензирования:
31.08.2022Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130

Vladimir P. Ponazhev

Federal Research Center for Bast Crops,
Tver, Russian Federation

✉ info.trk@fnclik.ru

Received by the editorial office:
16.03.2022Accepted in revised:
31.08.2022Accepted for publication:
15.09.2022

Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность первичного семеноводства льна масличного во многом зависит от методов отбора растений и создания обновленных (оригинальных) семян, которые по-прежнему остаются сложными и трудоёмкими. Разработка новых, более совершенных, методов отбора исходного материала культуры, направленных на снижение трудоёмкости, затрат труда и ускорение работ на начальных этапах семеноводства, является актуальным и имеет практическое значение.

Методы. Объектом исследований являлся процесс отбора и тестирования растений льна масличного по соответствующим признакам, предметом исследований — типичные растения и полученные из них семена. Эксперименты выполняли в соответствии с методиками проведения полевых опытов, а также методическими рекомендациями по семеноводству льна масличного. Оценка сортового качества семян осуществляли методом грунтового контроля. Содержание в почве фосфора и калия определяли методом Кирсанова, а кислотность почвы — ионометрическим методом.

Результаты. Установлено, что метод отбора растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания — по сравнению с принятым аналогом позволил увеличить выход обновленных (оригинальных) семян на 35,6%, повысить их однородность по массе семени на 8%, силу семян — на 9,1%, снизить затраты труда на 31%. Методом грунтового контроля установлен высокий уровень сортового качества семян, созданных с использованием отбора по новому признаку. Выявлено, что негативный отбор, предусматривающий удаление нетипичных по морфологическим признакам растений, обеспечил по сравнению с контролем увеличение выхода семян на 22,6%, улучшение их морфофизиологических свойств, в том числе повышение силы семян на 13,6%, увеличение длины проростка семени на 25%, а также снижение затрат труда на 23,5%. Результаты грунтового контроля показали, что данный метод позволил получить однородный по цвету оригинальный материал, а также растения, обладающие необходимой выравненностью по высоте и содержанию волокна в стебле.

Ключевые слова: лен, семена, высшие репродукции, семеноводство, методы отбора, исходный материал, сорта, сортовые качества

Для цитирования: Понажев В.П. Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве. *Аграрная наука*; 2022; 362 (9): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130>

© Понажев В.П.

Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of primary oil flax seed production largely depends on the methods of plant selection and the creation of updated (original) seeds, which still remain complex and time consuming. The development of new, more advanced methods for selecting the initial crop material, aimed at reducing labor intensity, labor costs and speeding up work at the initial stages of seed production, is relevant and has practical significance.

Methods. The object of research was the process of selection and testing of oil flax plants according to the relevant characteristics, the subject of research was typical plants and seeds obtained from them. The experiments were carried out in accordance with the methods of field experiments, as well as methodological recommendations for seed production of oil flax. The varietal quality of seeds was assessed by the method of soil control. The content of phosphorus and potassium in the soil was determined by the Kirsanov method, and the acidity of the soil was determined by the ionometric method.

Results. It has been established that the method of selecting oil flax plants according to a new trait — the flowering period, compared with the accepted analogue, made it possible to increase the yield of renewed (original) seeds by 35.6%, increase their uniformity in seed weight by 8%, seed strength — by 9.1%, reduce labor costs by 31%. The method of soil control established a high level of varietal quality of seeds created using selection for a new trait. It was revealed that negative selection, which involves the removal of plants that are atypical in terms of morphological characteristics, provided, compared with the control, an increase in seed yield by 22.6%, an improvement in their morphological and physiological properties, including an increase in seed strength by 13.6%, an increase in the length of the seedling seed by 25%, as well as a reduction in labor costs by 23.5%. The results of soil testing showed that this method allowed us to obtain original material uniform in color, as well as plants with the necessary evenness in height and fiber content in the stem.

Key words: flax, seeds, higher reproductions, seed production, selection methods, source material, varieties, varietal qualities

For citation: Ponazhev V.P. Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130> (In Russian).

© Ponazhev V.P.

Введение / Introduction

Эффективность производства семян высших репродукций льна масличного, гарантированное обеспечение ими льносеющих хозяйств с целью получения необходимого объема товарного семенного материала высокого качества в наибольшей степени зависят от применяемых в первичном семеноводстве культуры методов и технологий, их трудоемкости и затратности. Высокая трудоемкость существующих методов отбора и тестирования растений с целью создания в последующем обновленных (оригинальных) семян, а также невысокий коэффициент их последующего размножения не позволяют в полной мере обеспечить производство достаточных объемов товарной семенной продукции [1, 2, 3]. Это обстоятельство в сочетании с другими неблагоприятными факторами препятствует ускоренному продвижению новых высокопродуктивных сортов льна масличного в производство, повышению урожайности и качества продукции [4]. В связи с этим доля новых сортов льна масличного в структуре посевов остается невысокой (менее 12%), в то время как в Госреестре селекционных достижений РФ она превышает 30% [5]. Многие новые сорта, созданные на основе использования генетического материала, полученного в результате его оценки на устойчивость к эдафическим факторам среды, болезням, стрессам, обладают высоким биологическим потенциалом, а также способностью противостоять засушливым условиям и высокой температуре воздуха [6, 7, 8]. Эти сорта характеризуются соответствующими генами устойчивости к неблагоприятным факторам среды и различным патогенам [9–13].

Важность использования такого исходного материала в селекции льна масличного обосновывается тем, что под влиянием некоторых абиотических факторов, в том числе засухи и высокой температуры воздуха, проявляется нестабильность сортового качества семян, сопровождаемая уменьшением массы семени, ухудшением морфофизиологических свойств семенного материала, изменением структуры самого растения [14–16]. Это указывает на необходимость, учитывая, к тому же, опыт зарубежной селекции, более широкого использования генетических ресурсов льна масличного при выведении новых сортов [17–19].

Учитывая тот факт, что большинство новых сортов характеризуются высоким и стабильным уровнем сортового качества, целесообразным является совершенствование методов первичного семеноводства культуры в направлении уменьшения их сложности, снижения трудоемкости и повышения выхода обновленных семян.

При создании обновленных (оригинальных) семян льна масличного используются массовый и индивидуальный, в том числе с последующей оценкой потомств, отборы. При этом отборы растений проводятся в посевах оригинальных семян (семян суперэлиты) в условиях недостаточно выравненного агрофона. Иногда отбор проводится в посевах самых начальных этапов первичного семеноводства. В то же время, например, у льна-долгунца отбор исходного материала с целью создания обновленных семян осуществляется в питомниках отбора в условиях выравненного агротехнического фона с использованием при этом ленточного способа посева, позволяющего осуществить более эффективное тестирование [20, 21]. Наиболее сложным и трудоемким в первичном семеноводстве льна масличного, а также других культур, является индивидуальный отбор [22]. При осуществлении индивидуального отбора продолжительность первичного семеноводства по сравне-

нию с другими методами увеличивается на 1–2 года, а затраты труда и средств выше более чем в 1,5 раза.

В связи с этим представляется необходимой разработка более эффективных методов отбора исходного материала льна масличного с целью повышения выхода оригинального материала, снижения трудоемкости, затрат труда и средств.

Целью исследований являлась разработка новых, более совершенных методов отбора растений льна масличного в первичном семеноводстве.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили на опытном поле и в лаборатории селекционно-семеноводческих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (Тверская область) в 2019–2021 гг. Предметом исследований являлись полученные в процессе отбора растения и семена льна масличного сорта ЛМ-98, включенного в Госреестр селекционных достижений РФ. Объект исследований — процесс отбора и тестирования растений по соответствующим признакам с последующим получением обновленных (оригинальных) семян. Эксперименты выполняли в соответствии с действующими методиками [23, 24]. Закладку питомников отбора растений осуществляли с использованием посева семян ленточным двухстрочным способом (0,075×0,45 м), обеспечивающим усиление модификационной изменчивости у растений и, как результат, проведение эффективного отбора.

Контролем в эксперименте являлся отбор растений льна масличного по действующей методике (индивидуальный отбор лучших растений). Отбор и тестирование растений по сроку зацветания предусматривали удаление соцветий у растений до наступления и после завершения в питомнике фазы полного цветения. Оставшиеся растения использовались как типичные. Негативный отбор включал удаление из питомника отбора низкорослых, высокостебельных, а также малокоробочных и пораженных болезнями (нетипичных) растений. Оставшиеся растения относились к типичным. Для закладки питомников отбора использовался преимущественно однородный по массе единичного семени посевной материал. Норма высева всхожих семян в питомнике отбора — 150 штук на погонный метр рядка. Оценку однородности растений по высоте, содержанию волокна в стебле, а также по окраске (цвету) семян осуществляли методом грунтового контроля в условиях выравненного агрофона [24]. Посев семенного материала, полученного из типичных растений, проводили квадратным способом (0,025×0,025 м). Особенности метода позволяют провести оценку типичности по цвету семян, рассчитать коэффициент вариации сортовых признаков и определить тем самым уровень сортовой однородности (типичности) полученных семян.

Посевные качества семян льна масличного оценивали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52325-2005. Всхожесть посевных семян составляла 90–92% и соответствовала категории оригинальных семян (ОС). Почва опытных участков — дерново-подзолистая, среднесуглинистая, хорошо окультуренная, характеризовалась следующими значениями: pH_{KCl} — 5,1–5,3; P_2O_5 — 201–262 мг/кг; K_2O — 118–123 мг/кг.

Кислотность почвы (pH) определяли ионометрическим методом по ГОСТ Р 58594-2019, содержание подвижных форм фосфора и калия — методом Кирсанова.

Посев семян и уборку льна масличного в опытах осуществляли в оптимальные агротехнические сроки.

Агротехника при закладке полевых экспериментов — общепринятая.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась в соответствии с методикой полевого опыта с использованием метода дисперсионного анализа [25].

Метеоусловия вегетационного периода 2019 г. характеризовались повышенным количеством выпавших осадков при средней температуре воздуха, близкой к норме (ГТК — 1,8). В 2020 г. в течение вегетации выпало избыточное количество осадков при средней температуре воздуха на 0,2 °С ниже нормы (ГТК — 2,2). Вегетационный период 2021 г. характеризовался выраженной засушливостью (ГТК — 1,1).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведение отбора растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания, а также осуществление негативного отбора в специально заложенных питомниках с использованием посева ленточным способом, создающего более выраженный модификационный эффект, позволяют обеспечить получение максимального выхода семян при минимальных затратах труда. Выполненные исследования показали, что при тестировании по сроку зацветания количество типичных растений составило 71,1%, поморфологическим признакам с удалением нетипичных растений (негативный отбор) — 67,6% при 68,2% в контрольном варианте (таблица 1).

Методы отбора оказывали влияние на выравненность полученных типичных растений по высоте и их однородность по содержанию волокна в стебле — показатели, характеризующие уровень технологического качества исходного материала. Исследования показали, что отбор по новому признаку — сроку зацветания — по сравнению с контролем обеспечил получение растений с наибольшей выравненностью по высоте, о чем свидетельствует наименьший коэф-

фициент вариации (7,2 против 8,8% в контроле). Выявлено, что отбор и тестирование растений по сроку зацветания по сравнению с контрольным вариантом позволили увеличить выход обновленных семян на 35,6%, а отбор по морфологическим признакам с удалением нетипичных растений (негативный отбор) — на 22,6%. При этом варианты с отбором по сроку зацветания и морфологическим признакам растений оказались менее затратными, чем контрольный вариант, обеспечив снижение издержек соответственно на 31 и 23,5%.

Исследуемые методы отбора исходного материала льна масличного не оказали значительного влияния на качество семян — энергию прорастания, всхожесть и массу 1000 семян (таблица 2).

Не отмечено выраженного влияния их и на формирование массы единичного семени, которая изменялась в пределах от 5,0 мг в контрольном варианте до 5,2 мг при проведении отбора растений по сроку зацветания.

Оценка морфофизиологических свойств созданных семян льна масличного позволила выявить наличие определенных различий между вариантами эксперимента по силе семян. Исследования показали, что при отборе по морфологическим признакам и сроку зацветания растений сила семян оказалась соответственно на 13,6 и 9,1% выше, чем в контроле. При проведении отбора по морфологическим признакам растений, то есть негативного отбора, получен оригинальный материал с наибольшей длиной проростка семени — на 25% выше, чем в контроле.

С целью более полной оценки эффективности исследуемых методов отбора проведено определение сортового качества созданных семян льна масличного методом грунтового контроля (таблица 3).

Оценка сортового качества по методике грунтового контроля показала, что при всех методах отбора исходного материала не наблюдалось формирование семян с нетипичной (иной) окраской. Наибольшая выравненность растений по высоте, характеризующая наимень-

Таблица 1. Количественные и качественные признаки, семенная продуктивность типичных растений льна масличного при различных методах отбора (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 1. Quantitative and qualitative traits, seed productivity of typical oil flax plants under various selection methods (average in 2019–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отношение к контролю метода отбора растений	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Количество типичных растений после тестирования от числа отобранных	68,2	71,1	67,0	-	-
Выравненность типичных растений по высоте, коэффициент вариации	8,8	7,2	8,0	81,8	90,9
Однородность типичных растений по содержанию волокна в стеблях, коэффициент вариации	7,2	8,3	8,1	115,2	112,5
Содержание волокна в стеблях типичных растений	20,6	21,0	19,1	-	-
Масса семян, полученных из типичных растений, г/м ²	66,3	89,9	81,3	135,6	122,6
Однородность семян по массе единичного семени, полученных из типичных растений	78	86	82	-	-
Затраты труда на отбор и оценку растений, чел.-ч	21,3	14,7	16,3	69,0	76,5

Примечание: * — HCP_{05} , г/м²; $F_{факт} > F_{05}$

Таблица 2. Качество семян льна масличного при различных методах отбора растений (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 2. The quality of oil flax seeds with different methods of plant selection (average in 2019–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отношение к контролю метода отбора растений, %	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Энергия прорастания семян, %	80	85	85	-	-
Всхожесть семян, г	91	91	92	-	-
Масса 1000 штук семян, г	5,04	5,15	5,07	102,2	100,6
Масса единичного семени, мг	5,0	5,2	5,1	104,0	102,0
Длина проростка семени, м	0,044	0,043	0,055	97,7	125,0
Масса 100 проростков семян, сила семян, г	2,2	2,4	2,5	109,1	113,6
Масса 0,01 м проростка, мг	5,0	5,6	4,5	112,0	90,0

Таблица 3. Результаты грунтового контроля, характеризующие однородность сортовых признаков растений льна масличного (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 3. Results of soil control characterizing the uniformity of varietal characteristics of oil flax plants (average in 2020–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отклонение от контроля метода отбора растений, ±	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Высота растений, м	0,680	0,678	0,664	-0,002	-0,016
Количество на растениях нетипичных по окраске — (цвету), %	0	0	0	0	0
Содержание волокна в стеблях растений, %	24,5	23,9	23,9	-0,6	-0,6
Выравненность растений по высоте, коэффициент вариации, %	6,1	4,8	7,2	-1,3	+1,1
Однородность растений по содержанию волокна в стебле, коэффициент вариации, %	6,8	5,7	7,8	-1,1	+2,1

шим коэффициентом вариации отмечена в варианте с отбором по их сроку зацветания (коэффициент вариации 4,8% при 6,1% в контроле). Отбор по данному признаку обеспечил формирование растений с наиболее высокой однородностью по содержанию волокна в стебле (коэффициент вариации 5,7% против 6,8% в контроле). Исследования показали, что содержание волокна в стеблях растений во всех вариантах эксперимента изменялось незначительно.

Выводы / Conclusion

В результате выполненных исследований установлена высокая эффективность метода отбора исходного материала, в первичном семеноводстве льна масличного по новому признаку — сроку зацветания растений с удалением у них соцветий до наступления и после окончания полного цветения. Отбор по данному признаку позволил по сравнению с контрольным вариантом увеличить выход обновленных семян на 35,6%, повысить их однородность по массе единичного семени на 8%, снизить затраты труда на 31%.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Федерального научный центр лубяных культур по теме № FGSS 2019-0016.

Новый метод отбора по сравнению с принятым аналогом улучшал качество семян, обеспечивая при этом повышение энергии их прорастания на 5%, силы семян на 9,1%, массы 0,01 м проростка семени на 12,0%. Проведение тестирования растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания позволило по данным грунтового контроля сохранить сортовое качество обновленных семян, обеспечив при этом необходимую их однородность по цвету и более высокую выравненность самих растений по высоте и содержанию волокна в стеблях по сравнению с контролем.

Негативный отбор, предусматривающий удаление нетипичных по морфологическим признакам растений, по сравнению с контрольным вариантом позволил увеличить выход семян на 22,6%, улучшить морфофизиологические свойства оригинального материала и обеспечить при этом снижение затрат труда на 23,5%.

Результаты исследований, характеризующие особенности применения новых методов отбора исходного материала предложены для включения в методические рекомендации по семеноводству льна масличного.

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

FUNDING

The research was carried out within the framework of the State Order of the Ministry of Science and Higher Education Federal Scientific Center for Bast Crops on the topic No. FGSS 2019-0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Горлов С.Л. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2010; 51 с.
2. Лошкормойников И.А., Пузиков А.Н. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области. Иссыкуль: Золотой тираж. 2011; 16 с.
3. Рожмина Т.А., Павлова Л.Н. Льняная отрасль на пути к возрождению. *Защита и карантин растений*. 2018; 1: 3-8.
4. Ван Монсвелт Е.Д., Тимирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 53: 478-486.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020; 496 с.
6. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83: 361-373.
7. Figueiredo N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13: 313-324.
8. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гачкаева Т.Ю. Разнообразие культурного овса по хозяйственно-ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016; 20(3): 286-294.
9. Zhang M., Coaker G. Harnessing effector-triggered immunity for durable disease resistance. *Phytopathol.* 2017; 3: 912-919.
10. Djidjou Demasse R., Moury B., Fabre F. Mosaics often outperform pyramids: insights from a model comparing strategy the deployment of plant resistance genes against viruses in agricultural landscapes. *New Phytol.* 2017; 216: 239-253.
11. Mundt C. Pyramiding for resistance durability: Theory and practice. *Phytopathol.* 2018; 108(7): 792-802.
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protect. Sci.* 2018; 54: 83-86.
13. Pectix Y., Penouilh-Suzette C., Munos S., Vear F., Godiard L. Ten broad spectrum resistances to downy mildew physically mapped on the sunflower genome. *Front. Plant Sci.* 2018; 9: 10.3389/fpls.2018.01780.
14. Пакудин, В.В., Лопатин Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; 4: 109-113.
15. Голуб И.А. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь. *Земледелие и защита растений*. 2017; 4:35-38.
16. Голуб И.А. Результаты оценки генофонда льна масличного в условиях Республики Беларусь для целей селекции. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы*. 2018; 106-108.
17. Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13 (12): 1676-1693.
18. Pointurier O., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Reibel C., Vieren E., Colbach N. Designing a model to investigate cropping systems aiming to control both parasitic plants and weeds. *European Journal of Agronomy*. 2021; 129: № s. 126318. 10.1016/j.eja.2021.126318.
19. Haridas S., Albert R., Binder M., Crous P.W., Grigoriev I.V. 101 Dothideomycetes genomes: A test case for predicting lifestyles and emergence of pathogen. *Studies in Mycology*. 2020; 96: 141-153.
20. Поназев В.П. Усовершенствованные методы создания обновленных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019; 2: 44-49.
21. Поназев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. 2014; 92-94.
22. Koli N.R., Patidar B.K. Effectiveness of selection response on F3 and F4 gener, traits in aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2018; 41: 928x.2018.00041.8.
23. Рожмина Т.А., Поназев В.П. Лен масличный: сорт ЛМ-98 и его агротехнологии: рекомендации. 2014; 18 с.
24. Янышина А.А. Грунтовой сортовой контроль льна-долгунца: методические указания. 1999; 21 с.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 295 с.

ОБ АВТОРЕ:

Владимир Павлович Поназев, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, академик РАЕН, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий и биотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, Тверь, 170041, Российская Федерация
e-mail: v.ponazhev.trk@fnclnk.ru

REFERENCES

1. Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Gorlov S.L. Perspective resource-saving technology for the production of oil flax: recommendations. M.: Rosinformagrotech. 2010; 51 p. (In Russian.)]
2. Loshkormoynikov I.A., Puzikov A.N. Recommendations for the cultivation of oil flax in the Omsk region // Issykul: Golden circulation, 2011; 16 p. (In Russian.)
3. Rozhmina T.A., Pavlova L.N. Flax industry on the way to revival. Protection and quarantine of plants. 2018; 1:3-8. (In Russian.)].
4. Van Monsvelt E.D., Timirbekova S.K. Organic agriculture: principles, experience and prospects. *Agricultural biology*. 2017; 53: 478-486. (In Russian.)
5. State register of selection achievements approved for use. M.: Rosinformagrotech. 2020; 496 p. (In Russian.)
6. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83: 361-373.
7. Figueiredo N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13: 313-324.
8. Loskutov I.G., Blinova E.V., Gachkaeva T.Yu. Variety of cultivated oats according to economically valuable traits and their relationship with resistance to Fusarium. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016; 20(3): 286-294. (In Russian.)
9. Zhang M., Coaker G. Harnessing effector-triggered immunity for durable disease resistance. *Phytopathol.* 2017; 3: 912-919.
10. Djidjou Demasse R., Moury B., Fabre F. Mosaics often outperform pyramids: insights from a model comparing strategy the deployment of plant resistance genes against viruses in agricultural landscapes. *New Phytol.* 2017; 216: 239-253.
11. Mundt C. Pyramiding for resistance durability: Theory and practice. *Phytopathol.* 2018; 108(7): 792-802.
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protect. Sci.* 2018; 54: 83-86.
13. Pectix Y., Penouilh-Suzette C., Munos S., Vear F., Godiard L. Ten broad spectrum resistances to downy mildew physically mapped on the sunflower genome. *Front. Plant Sci.* 2018; 9: 10.3389/fpls.2018.01780.
14. Pakudin, V.V., Lopatin L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties. *Agricultural biology*. 1984; 4:109-113. (In Russian.)
15. Golub I.A. Cultivation of oil flax in the Republic of Belarus. *Agriculture and plant protection*. 2017; 4:35-38. (In Russian.)
16. Golub I.A. The results of the assessment of the oil flax gene pool in the conditions of the Republic of Belarus for the purposes of breeding. Scientific support for the production of spinning crops: state, problems and prospects. 2018; 106-108. (In Russian.)
17. Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13 (12): 1676-1693.
18. Pointurier O., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Reibel C., Vieren E., Colbach N. Designing a model to investigate cropping systems aiming to control both parasitic plants and weeds. *European Journal of Agronomy*. 2021; 129: № s. 126318. 10.1016/j.eja.2021.126318.
19. Haridas S., Albert R., Binder M., Crous P.W., Grigoriev I.V. 101 Dothideomycetes genomes: A test case for predicting lifestyles and emergence of pathogen. *Studies in Mycology*. 2020; 96: 141-153.
20. Ponazhev V.P. Improved methods for creating renewed fiber flax seeds in primary seed production. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*. 2019; 2: 44-49. (In Russian.)].
21. Ponazhev V.P., Pavlova L.N., Rozhmina T.A. Breeding and primary seed production of fiber flax: guidelines. 2014; 92-94. (In Russian.)
22. Koli N.R., Patidar B.K. Effectiveness of selection response on F3 and F4 gener, traits in aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2018; 41: 928x.2018.00041.8.
23. Rozhmina T.A., Ponazhev V.P. Oilseed flax: variety LM-98 and its agricultural technologies: recommendations. 2014; 18 p. (In Russian.)
24. Yanyshina A.A. Soil varietal control of fiber flax: guidelines. 1999; 21 p. (In Russian.)
25. Dospechov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). M: Agropromizdat. 1985; 295 p. (In Russian.)

ABOUT THE AUTHOR:

Vladimir Pavlovich Ponazhev, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Breeding Technologies and Biotechnologies of Agricultural Technologies of the Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56, Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russian Federation
e-mail: v.ponazhev.trk@fnclnk.ru

УДК 633.174:631.531(470.33)

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136

Т.И. Васькина,
А.В. Дронов, ✉
С.А. Бельченко,
В.В. Дьяченко,
С.М. Сычев

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ dronov.bsggha@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136

Tatyana I. Vaskina,
Alexander V. Dronov, ✉
Sergei A. Belchenko,
Vladimir V. Dyachenko,
Sergei M. Sychev

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ dronov.bsggha@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В агроклиматических условиях юго-западной части Центрального региона России проведены исследования, направленные на совершенствование зональной агротехнологии сорго кормового с целью оптимизации отдельных элементов возделывания. Основная задача заключалась в оценке эффективности минеральных удобрений и норм высева на урожайность, структуру урожая, питательную ценность надземной массы сортов и гибридов сорго кормового; проведена энергетическая оценка эффективности их выращивания условиях серых лесных почв Брянской области.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась в период 2015–2020 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ. Объектами исследований явились 3 сорго-суданковых гибрида: Славянское поле 15 F₁, Сабантуй F₁, Солярис, и 5 сортов сорго сахарного: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север. Агротехника опытов — принятая в регионе для силосных и кормовых культур. Закладку опытов, полевые учёты и наблюдения проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ, международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты. Установлено существенное влияние азофоски, борофоски и аммиачной селитры на рост, развитие, урожайность, качество кормовой массы сорго-суданковых гибридов. Наибольшую урожайность (14,8–15,8 т сухой или 65–71 т зелёной массы с 1 га) сформировали посевы Сабантуй F₁ и Солярис в варианте с подкормкой N₉₀ на основном фоне 1 — азофоска N₆₀P₆₀K₆₀. Высокоурожайными были агроценозы сорго сахарного Лиственит — 65–70,9 т/га зелёной массы при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Наиболее высокий выход валовой энергии с урожаем обеспечил сорт Лиственит (54,8 ГДж/га), у сортов Сажень и Север показатель в пределах 50,1–50,7 ГДж/га. Высокие энергетический коэффициент (4,3–4,5) и коэффициент энергетической эффективности (2,1 и 2,4 соответственно) показали посевы сортов Лиственит и Север.

Ключевые слова: сорго кормовое, минеральные удобрения, норма высева, урожайность, сухое вещество, питательная ценность

Для цитирования: Васькина Т.И., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М. Оптимизация элементов возделывания сорго кормового на юго-западе Центрального региона России. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 131–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136>

© Васькина Т.И., Дронов А.В., Бельченко С.А., Дьяченко В.В., Сычев С.М.

Optimization of elements of forage sorghum cultivation in the south-west of the Central region of Russia

ABSTRACT

Relevance. In the agro-climatic conditions of the southwestern part of the Central region of Russia, studies have been conducted aimed at improving the zonal agrotechnology of forage sorghum in order to optimize individual elements of cultivation that are relevant and timely. The main task was to assess the effectiveness of mineral fertilizers and seeding rates on yield, crop structure, nutritional value of the aboveground mass of sorghum varieties and hybrids, their energy assessment in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region.

Material and methods. The experimental work was carried out in 2015–2020 at the experimental field of Bryansk GAU. The objects of research were 3 sorghum-sudan grass hybrids: Slavyanskoe pole 15 F₁, Sabantuy F₁, Solaris and 5 varieties of sweet sorghum: Zernogradskij yantar, Debut, Listvenit, Sazhen, Sever. Agricultural technology of experiments — adopted in the region for silage and fodder crops. The laying of experiments, field records and observations were carried out according to the Broad Unified Classifier of the CMEA, the International Classifier of the CMEA of cultivated species of the genus *Sorghum Moench* and the Methodology of the state variety testing of agricultural crops.

Results. The significant influence of azophoska, borophosphate and ammonium nitrate on the growth, development, yield and quality of the feed mass of sorghum-sudan grass hybrids has been established. The highest yield of 14.8–15.8 t dry matter or 65–71 t of green mass per 1 ha formed sorghum-sudan grass hybrids Sabantuy F₁ and Solaris in the variant with N₉₀ feeding on the main background 1 — azophoska N₆₀P₆₀K₆₀. High-yielding agrocenoses of sweet sorghum Listvenit were marked — 65–70.9 t/ha of green mass with a seeding rate of 500 thousand pieces of germinating seeds per 1 ha. The highest yield of gross energy with the harvest was provided by the Listvenit variety (54.8 GJ/ha), in the Sazhen and Sever varieties in the range of 50.1–50.7 GJ/ha. A high energy coefficient of 4.3–4.5 and an energy efficiency coefficient of 2.1 and 2.4 respectively were shown by crops of Listvenit and Sever varieties.

Key words: forage sorghum, mineral fertilizers, seeding rate, yield, dry matter, nutritional value

For citation: Vaskina T.I., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M. Optimization of elements of forage sorghum cultivation in the south-west of the Central region of Russia. Agrarian science. 2022; 362 (9): 131–136. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-131-136> (In Russian).

© Vaskina T.I., Dronov A.V., Belchenko S.A., Dyachenko V.V., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Тема производства высококачественных и питательных кормов остается одной из приоритетных в аграрном секторе экономики Российской Федерации. Широко известна аксиома человеческого бытия: при наименьших затратах труда и рабочего времени производить качественную продукцию в достаточном количестве. Действительно, на сегодня наблюдаются современные достижения в области технологий заготовки растительных кормов и кормоприготовления, которые весьма заметно отражаются на состоянии и подъеме отрасли животноводства в России.

Достаточно объективна сложившаяся ситуация, что в кормопроизводстве страны кукуруза стала базовой (универсальной) культурой, но диалектика природы такова, что в мире нет ничего постоянного. Поэтому время диктует необходимость поиска и распространения альтернативных кормовых культур путем расширения биоразнообразия (диверсификации). В этой связи, наравне с расширением ареала кукурузы, особенно в районы с меньшей теплообеспеченностью активно внедряется группа кормового сорго, под общим названием которого обычно представляют сорго сахарное, суданскую траву, судзерн (суданка зерновая), сорго-суданковые гибриды (ССГ). Для агроклиматических условий Центрального региона РФ сорговые культуры не новые, но их возделывание носит лишь эпизодический характер. Однако следует отметить, что в настоящее время имеется положительный опыт испытания и внедрения сорго кормового в производство ряда регионов европейской части страны — Брянской, Владимирской, Калужской, Костромской, Курской, Новгородской, Смоленской, Ульяновской и других областей, а также Республики Беларусь [1–10].

Необходимость совершенствования структуры посевов за счет сорго обусловлена хозяйственно-биологическими особенностями культуры — нетребовательность к почвам, ограниченная потребность в средствах химизации, посев в сроки снижения напряженности весенне-полевых работ, эффективность использования осадков второй половины лета, хорошая отавность, универсальность использования и высокие кормовые достоинства, поедаемость всеми видами сельскохозяйственных животных и птицы.

В результате многолетних исследований учеными Брянского ГАУ внедрения в производство сорговых кормовых культур были предложены многовариантные технологии возделывания, схемы зеленого и сырьевых конвейеров, заготовки объемистых кормов высокого качества. Изучен механизм послеукосного отрастания в зависимости от морфобиологических параметров строения и развития растений сорго, времени проведения скашивания, высоты среза, внесения минеральных удобрений и других элементов технологии возделывания [11–14].

Материал и методы исследования / Materials and method

Экспериментальная работа проводилась в период 2015–2020 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ. Почва — агросерая лесная, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, характеризуется следующими показателями: содержание органического вещества (гумуса) — 3,8–4,0%, высокая обеспеченность подвижным фосфором — 216–226 мг, средняя — обменным калием 156–196 мг/кг сухой почвы, высокая степень насыщенности основаниями — 85,6%. Обеспечен-

ность доступными формами таких микроэлементов, как молибден, цинк, кобальт — слабая. Реакция почвенного раствора на уровне 5,6–5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) — 2,63 мг-экв. на 100 г почвы. Объектами исследований явились 3 сорго-суданковых гибрида: Славянское поле 15 F₁, Сабантуй F₁, сортолинейный гибрид Солярис и 5 сортов сорго сахарного: Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север селекции Аграрного научного центра «Донской» Ростовской области и ООО «Агроплазма» (Краснодарский край, г. Краснодар). Агротехника опытов — принятая в регионе для силосных и кормовых культур. Исследования проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ, международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15, 16]. Норму минеральных удобрений по вариантам опыта в форме азофоски — фон 1 (N₆₀P₆₀K₆₀) и борофоски — фон 2 (P₆₀K₆₀) вносили в предпосевную обработку комбинированным агрегатом РВК-3,0; также вносили азотные удобрения в виде аммиачной селитры (подкормка) в дозах N₃₀, N₆₀ и N₉₀ в фазу начала кущения на данных фонах. Каждый генотип (ССГ) высевали сеялкой СН-16 по 4 ряда с шириной междурядий 60 см, длина делянки — 25 м, повторность опыта — 4-кратная, площадь учетной делянки — 10 м², размещение вариантов систематическое.

Полевой двухфакторный опыт по изучению реакции сортов сорго сахарного заложен в 4-кратной повторности при различной густоте стояния растений — 300, 400 и 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Перед посевом применялись минеральные удобрения (нитрофоска) в количестве 160 кг д.в. на планируемую урожайность надземной массы 70 т/га. Система защиты включала обработку посевов гербицидом фирмы «Август» — Балерина, сз — 0,3 л/га; Адыо, ж — 0,2 л/га в фазу 3–5 листьев.

В течение вегетационного периода изучаемых генотипов сорго кормового осуществляли фенологические наблюдения роста и развития, определяли морфологические параметры габитуса растений. Учет урожайности надземной массы сорговых кормовых культур проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна (сенажно-силосный вариант использования) с дальнейшим пересчетом на сухое вещество, питательная ценность которого определялась на основании зоотехнического анализа. Лабораторные исследования выполнены в учебно-научной лаборатории полевого кормопроизводства и Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ. Результаты исследований подвергались математической обработке, данные урожайности двухфакторных опытов обрабатывали дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [17]. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований по данным метеостанции Брянского ГАУ характеризовались существенным варьированием как среднесуточной температуры воздуха, так и количества выпадающих осадков (табл. 1).

В 2015 г. температурный режим и влагообеспеченность оказались благоприятными для онтогенеза и возделывания сорговых культур на кормовые цели в регионе. В 2016 г. вегетационный период растений сорго

Таблица 1. Метеорологические условия в вегетационные периоды за время исследований (по данным метеостанции Брянского ГАУ, 2015–2020 гг.)

Table 1. Meteorological conditions for the growing season during research (according to the data of the Bryansk GAU weather station, 2015–2020)

Показатели	Год	Месяц					За вегетационный период
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
Сумма осадков, мм	2015	66,7	121,3	90,9	5,6	87,8	372,3
	2016	26,6	67,8	95,0	20,2	38,4	248,0
	2017	48,9	49,6	137,9	51,6	36,5	324,5
	2018	21,4	73,1	162,7	12,2	4,0	273,4
	2019	103,3	62,4	100,1	34,5	26,0	326,3
	2020	56,2	63,0	85,7	52,1	32,9	289,9
	Климатическая норма	55,0	65,0	82,0	64,0	46,0	312,0
Температура воздуха, °С	2015	14,6	18,2	18,9	19,3	15,1	17,2
	2016	15,3	18,6	20,7	19,6	12,4	17,3
	2017	12,9	16,4	18,2	20,0	13,5	16,2
	2018	17,4	17,8	21,3	18,3	14,3	17,8
	2019	16,2	21,0	17,3	17,1	12,8	16,9
	2020	13,5	23,2	21,6	20,2	17,8	19,3
	Климатическая норма	12,5	16,6	18,4	17,1	11,4	15,2

кормового проходил в сравнительно благоприятных условиях, хотя в начале (май) наблюдался некоторый недостаток влаги (26,6 мм). В июне — июле месяце средняя температура воздуха составила 18,6–20,7 °С и была выше климатической нормы на 2,0–2,3 °С, при этом в июле выпало значительное количество осадков — 95,0 мм, что составило 115% от месячной нормы. В августе — сентябре наблюдалось повышение температуры воздуха, что существенно повлияло на завершение вегетации сорго-суданковых гибридов, которые быстро зацвели и семена достигли восковой спелости (за 118–126 суток). Метеорологические условия в вегетационный период 2017 г. оказались также более благоприятными для возделывания сорго кормового. Благоприятный гидротермический режим влагообеспеченности вызвали раннее цветение (в середине августа) и созревание семян в сентябре, практически все изучаемые сорго-суданковые гибриды и сорта сорго сахарного сформировали зерно, достигшее восковой спелости (технологическая фаза для заготовки качественного зерносемена).

Вегетационный период 2018 г. характеризовался повышенным температурным режимом воздуха, увлажненностью и недостатком осадков по сравнению со среднемноголетними значениями, расчётный гидротермический коэффициент вегетационного периода 2018 г. — ГТК — составил 1,16 (слабозасушливый по Селянинову). В среднем за вегетационный период выпало осадков меньше на 38,6 мм (климатическая норма — 312 мм), температурный режим характеризовался превышением на 2,6 °С в сравнении с климатической нормой (15,2 °С). Индекс условий среды $I_j = +1,2$.

Весенне-летний вегетационный период 2019 г. отличался теплым и дождливым маем и июнем, количество осадков в мае составило 103,3 мм, которые в основном выпали в первой половине месяца. Сумма атмосферных осадков в июне составила 62,4 мм (среднемесячная температура воздуха — 21,0 °С, что выше климатической

нормы на 2,3 °С), тогда как наибольшее количество выпало в июле — 100,1 мм (при средней температуре воздуха — 17,3 °С), и в целом июль оказался прохладным и дождливым. В этой связи следует отметить, что очень сильно пострадали посевы сорго в первой декаде июня, когда прошли проливные дожди со шквалистым ветром, грозой и градом. Август характеризовался умеренно теплой погодой и незначительным выпадением атмосферных осадков. По завершению вегетационного периода к уборке (II–III декады сентября) отмечалась климатически умеренная погода для региона при индексе условий среды $I_j = -0,8$. Отрицательное значение индекса среды сказалось на формировании среднегодовой урожайности надземной массы, которая была ниже по сравнению с предыдущими годами, что явилось следствием низкого адаптационного потенциала исследуемых сортов сорго сахарного.

За вегетационный период 2020 г. среднемесячная температура воздуха составила 19,3 °С, что выше климатической нормы на 4,1 °С.

Сумма выпавших атмосферных осадков составила 289,9 мм, что ниже среднемноголетнего значения на 22,1 мм. Завершение вегетационного периода испытываемых сортов сорго сахарного к концу сентября характеризовалось наступлением восковой спелости зерна. Таким образом, в целом агрометеорологические условия были благоприятными для формирования достаточно высокого урожая кормовой надземной массы изучаемого селекционного материала.

В результате полевых экспериментов нами была установлена различная реакция изучаемых сорго-суданковых гибридов на уровни внесения минеральных удобрений (азофоска, борофоска) и азотных подкормок. В опытах урожайность кормовой массы на вариантах с внесением азотных удобрений в подкормку варьировала довольно широко (табл. 2).

Как видно из данных таблицы 2, в среднем за три года исследований урожайность сорго-суданковых гибридов на фонах 1 и 2 минерального питания + азотных подкормок (N_{30-90}) по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повысилась в 1,4–1,7 раза.

Наибольшую урожайность (14,8–15,8 т сухой или 65–71 тзелёной массы с 1 га) сформировали посевы сорго-суданкового гибрида селекции ООО «Агроплазма» (Краснодарский край) Сабантуй F_1 и сортолинейного гибрида Солярис в варианте с подкормкой N_{90} на основном фоне 1 — азофоска $N_{60}P_{60}K_{60}$. По данному варианту опыта менее урожайным был сорго-суданковый гибрид селекции НИИ сорго и сои «Славянское поле» (Ростовская область) Славянское поле 15 F_1 — 13,1 т/га сухой массы.

На фоне 2 с внесением борофоски и азотных подкормок урожайными оказались посевы сорго-суданковых гибридов Солярис — 14,3 т/га и Сабантуй F_1 — 15,2 т сухой массы с 1 га. Результаты статистической обработки экспериментальных данных показали, что наибольшая существенная разница в опытах отмечена между удо-

Таблица 2. Урожайность сухой массы сорго-суданковых гибридов в зависимости от фона минерального питания (среднее за 2015–2017 гг.), т/га

Table 2. Yield of dry mass of sorghum-sudan grass hybrids depending on the background of mineral nutrition (average for 2015–2017), t/ha

Фон минерального питания (фактор А)	Генотип, гибрид (фактор В)		
	Славянское поле 15 F ₁	Сабантуй F ₁	Солярис
Контроль (без удобрений)	8,2	9,6	9,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ — фон 1 — азофоска	9,7	10,7	9,9
Фон 1 + N ₃₀	11,4	12,9	11,2
Фон 1 + N ₆₀	12,5	14,1	13,0
Фон 1 + N ₉₀	13,1	15,8	14,8
P ₆₀ K ₆₀ — фон 2 — борофоска	10,3	11,9	10,1
Фон 2 + N ₃₀	11,7	13,7	11,4
Фон 2 + N ₆₀	11,9	14,6	13,8
Фон 2 + N ₉₀	12,2	15,2	14,3

HCP₀₅ фактора А —0,33–0,57; фактора В —0,29–0,34; HCP₀₅ для частных различий —0,90–1,42 по годам исследований

Таблица 3. Урожайность зелёной массы сортифта сорго сахарного в зависимости от нормы высева семян, 2017–2020 гг.

Table 3. The yield of the green mass of sweet sorghum varieties depending on the seeding rate, 2017–2020

Вариант опыта		Урожайность зелёной массы с 1 га, т				
сорт (фактор А)	норма высева, тыс. шт. всх. семян/га (фактор В)	2017	2018	2019	2020	в среднем за 4 года
Зерноградский янтарь	300 (К)	46,3	52,8	44,8	54,3	49,6
	400	48,6	53,3	46,6	56,7	51,3
	500	51,4	59,7	49,1	60,8	55,3
Дебют	300 (К)	42,4	45,6	44,4	47,4	45,0
	400	46,8	49,1	48,0	52,6	49,1
	500	51,4	54,5	53,2	55,8	53,7
Лиственит	300 (К)	59,8	61,6	61,0	62,8	61,3
	400	63,2	65,4	64,5	66,5	64,9
	500	65,0	70,5	68,0	70,9	68,6
Сажень	300 (К)	59,4	62,3	61,1	63,6	61,6
	400	61,4	67,4	64,5	68,7	65,5
	500	64,5	69,3	67,0	70,8	67,9
Север	300 (К)	52,3	57,6	55,2	59,4	56,1
	400	55,2	59,3	57,5	61,8	58,4
	500	63,0	61,7	62,5	64,5	63,0

HCP₀₅ (факторы А и В) по годам в пределах 3,1–3,5
HCP₀₅ для частных различий 2,1–3,3

бренными и неудобренными вариантами.

Изучаемые сорго-суданковые гибриды характеризовались не только различиями в побеговой структуре урожая, но и содержанием сахаров в соке стеблей и в целом химическим составом кормовой массы. В наших опытах установлено, что внесение минеральных удобрений, особенно азотных, способствовало повышению содержания сырого протеина и незначительно влияло на долю в корме зольных элементов, клетчатки и БЭВ. При внесении азотных удобрений отмечено снижение концентрации водорастворимых сахаров, фосфора и калия. По результатам определения растворимых сахаров следует, что внесение минеральных удобрений заметно сказалось на концентрации сахара в соке стеблей изучаемых гибридов сорго. Так, на фоне применения борофоски отмечалось высокое содержание сахаров, особенно у сочностебельных растений сорго-суданковых гибридов Сабантуй F₁ и Солярис (10,9 и 9,8% соответственно). При азотных подкормках проявилась общая тенденция снижения концентрации сахаров в соке стеблей гибридов сорго.

Для выяснения сортовой реакции на плотность посевов нами испытывались 5 перспективных сортов сорго сахарного — Зерноградский янтарь, Дебют, Лиственит, Сажень, Север с нормами высева 300, 400, 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Результаты полевого 2-факторного опыта позволили сделать заключение, что различная густота ценозов испытываемых сортов сказалась на биометрических показателях посева (архитектонике): полевая всхожесть, полнота всходов, выживаемость растений, сохранность растений перед уборкой, устойчивость к полеганию, болезням и другим биотическим факторам. В этой связи следует, что в среднем за четыре года достаточно высокие показатели структуры посева отмечены при норме 500 тыс. всхожих семян на 1 га: полевая всхожесть составила 75–80%, полнота всходов — в пределах 90,2–94,1%, сохранность растений перед уборкой — 82,5–91,7% (в разрезе изучаемых сортов).

В наших опытах по изучению норм высева семян сортифта сорго сахарного отмечалось некоторое изменение в проявлении хозяйственно ценных признаков и свойств (прохождение основных фаз роста и развития, изменение

побеговой структуры, урожайности биомассы, полегаетость растений, зараженность болезнями и т.д.). Урожайность надземной зелёной массы сортов сорго сахарного в зависимости от нормы высева семян представлена в таблице 3. По годам сортоиспытания (2017–2020 гг.) нами выявлены высокоурожайные агроценозы сорго сахарного Лиственит при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га —65,0–70,9 т/га зелёной массы.

В среднем за 4 года изучения при данной загущенности посевов (500 тыс. шт. всхожих семян на 1 га) урожайность надземной массы составила 53,7 т/га (сорт Дебют), 55,3 (Зерноградский янтарь), 68,6 (Лиственит), 67,9 (Сажень) и 63,0 т/га (Север).

При уборке посевов сортов сорго сахарного в конце вегетации в фазу молочного-восковой спелости зерна наиболее высокий выход валовой энергии с урожаем обеспечили посевы сорта Лиственит (54,8 ГДж/га), у сортов Сажень и Север показатель в пределах 50,1–50,7 ГДж/га. При этом высокие энергетический коэффици-

ент (4,3–4,5) и коэффициент энергетической эффективности (2,1 и 2,4 соответственно) показали агроценозы Лиственит и Север.

Выводы / Conclusion

Наиболее эффективным приёмом повышения урожайности и питательности надземной массы сорго-суданковых гибридов при возделывании в условиях серых лесных почв Брянской области является применение комплексного удобрения азофоски с азотными подкормками ($N_{60}P_{60}K_{60}$ — фон 1 (азофоска) + N_{90}). Различная загущенность агроценозов испытываемых сортов сорго сахарного сказалась на биометрических показателях посева (архитектонике): полевая всхожесть, полнота всходов, выживаемость растений, сохранность растений перед уборкой, устойчивость к полеганию, болезням и другим биотическим факторам. Высокоурожайными были посевы сорго сахарного Лиственит —свыше 70,0 т/га зелёной массы при норме высева 500 тыс. шт. всхожих семян на 1 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. Большаков А.З., Бондаренко С.М., Лысак М.Н. Сорго - базовая культура в кормопроизводстве для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в условиях развития сельских территорий Брянской области. *Памятка сорговода. Ростов н/Д: Ростиздат. 2008:60.*
2. Верхоламочкин С.В., Дьяченко В.В. Сроки посева и сортимент сорговых культур в условиях Калужской области. *Сборник научных трудов ВНИИ овцеводства и козоводства. 2015;1(8):43-45.*
3. Савина Е.А., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. Урожайность и кормовые качества суданской травы и её смесей с зернобобовыми культурами. *Кормопроизводство. 2016;(3):12-15.*
4. Пигорев И.Я., Степкина И.И., Салтык И.П. Эффективность выращивания сорго на корм в условиях лесостепи России. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV международного науч. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2017:512-515.*
5. Сахибгареев А.А., Ардаширов С.С., Садыкова Р.Р. Роль традиционных и новых интродуцированных кормовых культур. *Аграрная наука. 2017;(5):2-6.*
6. Шкодина Е.П. Инновационные элементы в организации зеленого конвейера. *Аграрная наука. 2020;(11-12):68-71.*
7. Шкодина Е.П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):531-541.*
8. Никифорова С.А., Власов В.Г. Продуктивность и кормовая ценность сорговых культур в Ульяновской области: монография. Ульяновск: Изд-во Ульяновский государственный технологический университет. 2021:124.
9. Персикова Т.Ф., Блохина Е.А. Возделывание сорго в Беларуси: монография. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА. 2018:144.
10. Седукова Г.В., Крестова Н.В. Перспективы возделывания сорговых культур на загрязненных радионуклидами территориях Беларуси. *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII Международ. науч. конф. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2020:659-663.*
11. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Возделывание суданской травы в Брянской области. *Аграрная наука. 2013;(12):19-22.*
12. Бельченко С.А., Дронов А.В., Ториков В.Е., Белоус И.Н. Сорговые культуры в организации зеленого и сырьевого конвейеров в Брянской области. *Кормопроизводство. 2016;(12):17-20.*

REFERENCES

1. Bolshakov A.Z., Bondarenko S.M., Lysak M.N. Sorghum is the basic crop in feed production for all types of farm animals, poultry and fish in the conditions of rural development of the Bryansk region. *Sorghum grower's memo. Rostov n/D: Rostizdat. 2008:60.* (In Russian.)
2. Verholamochkin S.V., Dyachenko V.V. Terms of sowing and sortiment of sorghum crops in the conditions of the Kaluga region. *Collection of scientific papers of the Research Institute of Sheep and Goat Breeding. 2015;1(8): 43-45.* (In Russian)
3. Savina E.A., Prudnikova A.G., Prudnikov A.D. Productivity and feed qualities of Sudanese grass and its mixtures with leguminous crops. *Fodder production. 2016;(3):12-15.* (In Russian.)
4. Pigorev I.Ya., Stepkina I.I., Saltyk I.P. Efficiency of growing sorghum for fodder in the conditions of the forest-steppe of Russia. *Agroecological aspects of sustainable development of agro-industrial complex: materials of the XIV International Scientific Conference. Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University. 2017:512-515.* (In Russian.)
5. Sahibgarayev A.A., Ardashirov S.S., Sadykova R.R. The role of traditional and new introduced forage crops. *Agrarian science. 2017;(5):2-6.* (In Russian.)
6. Shkodina E.P. Innovative elements in the organization of the green conveyor. *Agrarian science. 2020; (11-12):68-71.* (In Russian)
7. Shkodina E.P. Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):531-541.* (In Russian.)
8. Nikiforova S.A., Vlasov V.G. Productivity and feed value of sorghum crops in the Ulyanovsk region: monography. Ulyanovsk: Publishing House of Ulyanovsk State Technological University. 2021:124. (In Russ.)
9. Persikova T.F., Blokhina E.A. Sorghum cultivation in Belarus: monography. Gorki: Publishing House of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018:144. (In Russ.)
10. Sedukova G.V., Kristova N.V. Prospects of cultivating sorghum crops in the territories of Belarus contaminated with radionuclides. *Agroecological aspects of sustainable development of agro-industrial complex: materials of the XVII International Scientific Conference. Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University. 2020:659-663.* (In Russ.)
11. Dyachenko V.V., Dyachenko O.V. Cultivation of Sudanese grass in the Bryansk region. *Agrarian science. 2013; (12):19-22.* (In Russ.)
12. Belchenko S.A., Dronov A.V., Torikov V.E., Belous I.N. Sorghum crops in the organization of green and raw material conveyors in the Bryansk region. *Fodder production. 2016; (12): 17-20.* (In Russ.)

13. Belous N., Belchenko S., Dronov A., Zaitseva O., Mameev V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.). *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(12):1925-1935.
14. Васькина Т.И. Параметры адаптивности и урожайности современных сортов сорго сахарного на юго-западе Центрального региона России. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур*: сб. статей по материалам XVII Междунауч.- практ. конф., посвященной 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля. Горки: Изд-во Белорусская ГСХА. 2021:108-112.
15. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняя Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. Л.: ВИР. 1982:36.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. 1989:197.
17. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта* (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014: 351.

13. Belous N., Belchenko S., Dronov A., Zaitseva O., Mameev V. Influence of growth regulators on the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) and sorghum crops (*Sorghum* spp.). *Journal of Critical Reviews*. 2020; 7(12):1925-1935.
14. Vaskina T.I. Parameters of adaptability and yield of modern varieties of sugar sorghum in the south-west of the Central region of Russia. *Technological aspects of cultivation of agricultural crops*: collection of articles based on the materials of the XVII International scientific.- practical conf., dedicated to the 95th anniversary of the Faculty of Agronomy and the 180th anniversary of the training of agricultural specialists. Gorki: Publishing House of the Belarusian State Agricultural Academy. 2021:108-112. (In Russ.)
15. Yakushevsky E.S., Varadinov S.G., Korneychuk V.A., Banyai L. Broad unified classifier of CMEA and international classifier of CMEA of cultivated species of the genus *Sorghum* Moench. L.: VIR. 1982:36. (In Russ.)
16. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2. Moscow: State Commission for variety testing of agricultural crops. 1989:197. (In Russ.)
17. Dospekhov B.A. *Methodology of field experience* (with the basics of statistical processing of research results). M.: Alliance. 2014: 351. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Ивановна Васькина, аспирант
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>

Александр Викторович Дронов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: dronov.bsgsha@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5398-4822>

Сергей Александрович Бельченко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Кафедра агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sabel032@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7467-8314>

Владимир Викторович Дьяченко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: uchsovet@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Сергей Михайлович Сычев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Директор института экономики агробизнеса
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: agro@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana Ivanovna Vaskina, Postgraduate student
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: wtiwwf-97@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3331-4861>

Alexander Victorovich Dronov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: dronov.bsgsha@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5398-4822>

Sergei Alexandrovich Belchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: sabel032@rambler.ru <https://orcid.org/0000-0001-7467-8314>

Vladimir Victorovich Dyachenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Head of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: uchsovet@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Sergei Michailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Director of the Institute of Economics and Agribusiness
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya St., Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: agro@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

УДК 633.16:631.86

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142

О.В. Мельникова, ✉
В.Е. Ториков,
И.Н. Белоус,
И.А. Сальникова,
Г.П. Малявко,
С.М. Сычев

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ torikova1999@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142

Olga V. Melnikova,
Vladimir E. Torikov,
Igor N. Belous,
Irina A. Salnikov,
Galina P. Maliavko,
Sergei M. Sychev

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ torikova1999@mail.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Урожайность и аминокислотный состав зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. Качество зерна злаковых культур в значительной степени определяется содержанием и составом белков. Содержание белка и аминокислот в зерне зависит от видовых и сортовых особенностей культуры. Актуальность приобретает изучение влияния органо-минеральных биопрепаратов на урожайность и аминокислотный состав зерна сортов ярового ячменя. Исследования проведены в 2020–2021 гг. в условиях многолетнего стационара Брянского ГАУ на серой лесной среднесуглинистой почве. Объект исследований — ячмень яровой сортов Раушан, Владимир, Яромир. Агротехника возделывания ярового ячменя была общепринятой для региона. Изучали варианты с биопрепаратами: Геотон, Гумистим, Биоагро-PP, Биоагрогум-В, контроль (без обработки). Содержание общего азота в зерне определяли индофенольным методом, аминокислот — методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105».

Результаты. Исследования показали, что сорта ячменя Владимир и Яромир сформировали наибольшую урожайность зерна (6,82 т/га и 7,35 т/га) на вариантах с внесением Биоагро-PP, а сорт Раушан 6,82 т/га зерна сформировал на варианте с Гумистимом. Применение биопрепаратов способствовало увеличению содержания азота в зерне ячменя. Установлено, что применение биопрепаратов способствовало увеличению содержания в зерне аминокислот, в том числе незаменимых. Оценивая сортовые особенности ячменя, следует отметить, что наибольшее количество аминокислот отмечалось в зерне сорта Раушан, а наименьшее количество — у сорта Яромир. В зерне сорта Раушан наибольшее содержание аминокислот (15,50 и 15,74 г/100 г сухого вещества) отмечалось на вариантах с внесением Геотона и Биоагрогума-В.

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, урожайность зерна, аминокислоты

Для цитирования: Мельникова О.В., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Сальникова И.А., Малявко Г.П., Сычев С.М. Урожайность и аминокислотный состав зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов. *Аграрная наука.* 2022; 362 (9): 137–142. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142>

© Мельникова О.В., Ториков В.Е., Белоус И.Н., Сальникова И.А., Малявко Г.П., Сычев С.М.

Yield and amino acid composition of grain varieties of spring barley, depending on the use of biological products

ABSTRACT

Relevance and methodology. Grain quality of crops is largely determined by the content and composition of proteins. The content of protein and amino acids in grain varies due to specific and varietal characteristics of the crop. The study of the effect of organo-mineral biological preparations on the yield and amino acid composition of grain of spring barley varieties proves to be relevant. The research was carried out in 2020–2021 in the conditions of experimental fields of the Bryansk State Agrarian University on gray forest medium loamy soil. The research object is spring barley varieties Raushan, Vladimir, Yaromir. The agricultural technique of cultivating spring barley is generally accepted for the region. There were the variants with biological preparations Geotone, Gumistim, Bioagro-PP, Bioagrogum-B, control (without treatment). The total nitrogen content in the grain was valued by the indophenol method and amino acids were assessed by capillary electrophoresis with the instrument "Kapel 105".

Results. According to the results obtained, the highest grain yield of 6.82 t/ha and 7.35 t/ha of the barley varieties Vladimir and Yaromir was in the variants with Bioagro-PP, and the yield of 6.82 t/ha of the variety Raushan was in the variant with Gumistim. The application of biological preparations in barley cultivation contributed to an increase in the content of nitrogen in barley grain. It is established that the application of biological preparations contributed to an increase in the content of amino acids in the grain, including essential ones. Assessing the varietal characteristics of barley, it should be noted that the largest number of amino acids was in the grain of the variety Raushan, and the variety Yaromir had the smallest number. In the grain of Raushan the highest content of amino acids of 15.50 and 15.74 g/100 g of dry matter was recorded in the variants with Geotone and Bioagrogum-B.

Key words: spring barley, variety, crop capacity, amino acids, protein

For citation: Melnikova O.V., Torikov V.E., Belous I.N., Salnikova I.A., Maliavko G.P., Sychev S.M. Yield and amino acid composition of grain varieties of spring barley, depending on the use of biological products. *Agrarian science.* 2022; 362 (9): 137–142. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142> (In Russian).

© Melnikova O.V., Torikov V.E., Belous I.N., Salnikova I.A., Maliavko G.P., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Ячмень — ценная продовольственная и кормовая культура, зерно которого является источником различных химических соединений и элементов для человека и животных. Химический состав зерна ячменя зависит от климатических, почвенных условий произрастания, сортовой принадлежности, условий агротехники возделывания. Для повышения эффективности сельскохозяйственного производства, увеличения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие агротехнологии с использованием биопрепаратов [1]. Использование биопрепаратов способствует повышению устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, повышению урожайности и улучшению качества зерна. Поэтому особую актуальность приобретает изучение влияния органо-минеральных биопрепаратов на биохимический состав и урожайность зерна сортов ярового ячменя [2, 3]. Аналогичные данные были получены рядом зарубежных исследователей, подчеркивающих важность применения антистрессовых биопрепаратов в условиях изменяющегося климата [4–8].

Зерновые культуры, в том числе ячмень, представляют собой самый крупный в мире источник белков. Качество зерна злаковых культур в значительной степени определяется содержанием и составом белков, интенсивность синтеза которых зависит от обеспеченности растений азотом как в период их вегетации, так и во время созревания зерновок [9]. Для повышения кормовой ценности зерна важно не только увеличивать содержание белка, но и улучшать его аминокислотный состав, то есть сбалансированность по аминокислотам. Пищевая ценность зерна и продуктов его переработки определяется химическим составом, усвояемостью веществ, образующих их, и колеблется в зависимости от многих факторов. Зерновые культуры, относящиеся к разным семействам, отличаются не только соотношением питательных веществ, но и их составом и свойствами [10].

Содержание белка и аминокислот в зерне различаются в зависимости от видовых и сортовых особенностей культуры [11, 12]. Особую ценность в питании человека и животных имеют незаменимые аминокислоты. Из них наибольшая потребность наблюдается в лизине, треонине и изолейцине [13–15]. Содержание белка и аминокислот — одна из важнейших характеристик биологической ценности зерна. Аминокислотный состав используется как биохимический критерий биологической ценности кормов и пищевых продуктов (по суммарному содержанию незаменимых аминокислот). Аминокислоты являются структурными единицами белковых молекул, участвующих во всех процессах, происходящих в организме человека и животных. Без белков невозможна жизнь, рост и развитие организма. Белки выполняют специфические

функции в клетке — ферментативные, строительные, регуляторные и др. Дефицит протеинов стимулирует поиск новых сортов и гибридов с высоким содержанием протеина, с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, которые могли бы быть использованы в селекционных программах для создания новых улучшенных сортов [10].

Цель наших исследований — изучить влияние биопрепаратов Геотон, Гумистим, Биоагро-РР и Биоагрогум-В на урожайность и аминокислотный состав зерна сортов ярового ячменя, возделываемых на серых лесных почвах юго-запада Центрального региона России.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили в 2020–2021 гг. в условиях многолетнего стационара Брянского государственного аграрного университета на серой лесной среднесуглинистой почве (гумус — 3,4%, P₂O₅ — 283 мг/кг почвы, K₂O — 176 мг/кг почвы, рН_{KCl} — 5,8). Объект исследований — ячмень яровой (*Hordeum sativum* L.) сортов Раушан, Владимир, Яромир. Высевали откалиброванные и протравленные семена ячменя сеялкой СН-16 рядовым способом с нормой высева — 5,0 млн всх. семян/га, глубина заделки семян — 4 см. Предшественник ярового ячменя в опыте — рапс яровой. Агротехника возделывания ярового ячменя была общепринятой для региона. Под предпосевную культивацию вносили азотосодержащую смесь (16:16:16) в норме N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Уход за посевами ячменя включал в себя защиту от сорняков, вредителей и болезней. В опыте применяли средства защиты растений: протравитель семян Оплот Трио, ВСК + Табу, ВСК (0,6 +

Таблица 1. Биологическая урожайность зерна опытных сортов ярового ячменя
Table 1. Biological grain yield of barley varieties

Вариант опыта		Урожайность зерна, т/га		
фактор А (сорт)	фактор В (препарат)	2020 г.	2021 г.	средняя
Раушан	1. Геотон	8,61	4,05	6,33
	2. Гумистим	9,32	4,16	6,82
	3. Биоагро-РР	8,99	4,31	6,65
	4. Биоагрогум-В	8,47	4,1,1	6,29
	5. Контроль	7,73	3,45	5,59
Владимир	1. Геотон	7,15	4,80	5,97
	2. Гумистим	8,75	4,77	6,76
	3. Биоагро-РР	8,78	4,86	6,82
	4. Биоагрогум-В	9,55	4,48	7,02
	5. Контроль	7,02	4,35	5,68
Яромир	1. Геотон	7,04	5,68	6,36
	2. Гумистим	7,26	4,32	5,79
	3. Биоагро-РР	9,69	5,01	7,35
	4. Биоагрогум-В	8,87	5,19	7,03
	5. Контроль	6,31	4,28	5,29
НСП ₀₅ (факт. А)		0,14	0,25	—
НСП ₀₅ (факт. В, АВ)		0,18	0,33	—

Таблица 2. Биохимические показатели зерна ярового ячменя (в среднем за 2020–2021 гг.)

Table 2. Biochemical parameters of spring barley grain (on average in 2020–2021)

Вариант опыта		% на абсолютно сухое вещество		
Сорт (факт. А)	Препарат (факт. В)	Азот	Фосфор	Калий
Раушан	1. Геотон	2,27	0,55	0,55
	2. Гумистим	2,17	0,55	0,54
	3. Биоагро-РР	2,11	0,55	0,51
	4. Биоагрогум-В	2,11	0,53	0,48
	5. Контроль	2,10	0,53	0,46
Владимир	1. Геотон	2,00	0,54	0,55
	2. Гумистим	1,87	0,54	0,50
	3. Биоагро-РР	1,95	0,52	0,50
	4. Биоагрогум-В	1,80	0,52	0,45
	5. Контроль	1,50	0,51	0,43
Яромир	1. Геотон	1,92	0,52	0,50
	2. Гумистим	1,90	0,55	0,52
	3. Биоагро-РР	1,81	0,53	0,52
	4. Биоагрогум-В	1,78	0,54	0,50
	5. Контроль	1,73	0,51	0,47
НСР ₀₅ (факт. А)		0,06	0,04	0,07
НСР ₀₅ (факт. В)		0,07	0,03	0,09

Таблица 3. Содержание аминокислот в зерне ячменя сорта Раушан в зависимости от применения биопрепаратов, г/100 г сухого вещества

Table 3. Effect of application of biological preparation on amino-acid content in grain of the barley variety Raushan, g/100 g of dry matter

Аминокислоты	Варианты опыта				
	Геотон	Гумистим	Биоагро-РР	Биоагрогум-В	контроль
Аргинин*	1,79	1,78	1,41	2,46	1,12
Лизин*	0,70	0,59	0,55	1,10	0,53
Треонин*	0,98	0,96	0,86	1,18	0,79
Фенилаланин*	0,93	0,63	0,68	0,82	0,60
Гистидин*	0,49	0,32	0,23	0,29	0,22
Лейцин и изолейцин*	2,35	1,60	1,71	2,45	1,50
Метионин*	0,41	0,31	0,28	0,23	0,20
Валин*	1,06	0,76	0,73	1,14	0,62
Пролин	2,49	2,07	2,01	2,74	1,94
Тирозин	0,71	0,43	0,38	0,38	0,36
Серин	1,35	1,08	0,90	1,19	0,78
Аланин	1,29	0,82	0,84	1,06	0,80
Глицин	0,95	0,69	0,62	0,70	0,61
Всего незаменимых (*)	8,71	6,95	6,45	9,67	5,58
Общая сумма	15,50	12,04	11,20	15,74	10,07

0,6 л/т); фаза кушения — фунгицид Азорро, КС (1,0 л/га) + инсектицид Карачар, КЭ (0,15 л/га), гербицид Овсюген Супер, КЭ (0,4 л/га), в конце кушения — фунгицид ТитулДуо, ККР (0,3 л/га) + инсектицид Эсперо, КС (0,1 л/га), ретардант ХЭФК, ВР (0,5 л/га).

Схема опыта включала 5 вариантов с биопрепаратами: 1. Геотон 1 л/га; 2. Гумистим 4 л/га; 3. Биоагро-РР 1 л/га; 4. Биоагрогум-В 1 л/га; 5) контроль — без обработки биопрепаратами. Внекорневые подкормки биопрепаратами проводили дважды: в фазу кушения и фазу выхода в трубку. Обработку проводили из расчета расхода воды 300 л/га. Размещение делянок в опыте систематическое, повторность 3-кратная, общая площадь делянки — 200 м², учетная — 125 м². Уборку урожая осуществляли в фазу полной спелости зерновки поделочно прямым комбайнированием с помощью комбайна Terrion — 2010». Урожайность зерна приводили к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. Полевые исследования проводили по общепринятой методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [16].

Лабораторные исследования выполнены в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ по общепринятым методикам: общий азот — индофенольным методом (ГОСТ 13496.4-93), концентрацию аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 105 с программным обеспечением «Мультихром 1,5» для Windows. Определяли концентрацию 14 аминокислот, из них 9 незаменимых (аргинин, валин, гистидин, лейцин + изолейцин, лизин, метеонин, треонин, фенилаланин) и 5 заменимых аминокислот (аланин, глицин, пролин, серин, тирозин).

Характеристика биопрепаратов: органо-минеральный биологически активный препарат Геотон (ОО «НПП «АгроЭкоТех») изготовлен на основе торфа с использованием эффекта ультразвуковой кавитации. Геотон представляет собой жидкий концентрат темного цвета с содержанием: азота (N) — 9–14%, фосфора (P₂O₅) — 23–25%, калия (K₂O) — 23–29%, органического вещества 32–45%, гуматов калия — 9–12%. Микробиологический препарат Биоагро-РР (ОО «ПНПО «БИОАГРО», ФГБУ «Россельхозцентр») содержит в качестве действующего вещества вегетативные клетки бактерии *Pseudomonas fluorescens* 1-Б

и ее метаболиты (не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ/мл), гуматы — 20%. Микро-биологическое удобрение Биоагрогум-В (ООО «НПП «АгроЭкоТех») содержит: концентрацию спор и вегетативных клеток *Bacillus pumilus* 3-Б не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и их метаболитов, питательной среды — 79%, гуматов — 20%, из них количество водорастворимых гуминовых кислот — не менее 1,1%. Обогащает почву и растения натуральными, подвижными формами питательных веществ; повышает иммунитет растений, а также подавляет развитие фитопатогенных бактерий и микромицетов. Препарат Гумистим выпускается предприятием ООО «СХП «Женьшень» (РФ), является жидким органическим удобрением, произведенным из биогумуса (копролита калифорнийских червей). Гумистим представляет собой темно-коричневую жидкость без запаха. Препарат имеет слабощелочную реакцию (рН 7,5–9,0) и содержит в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Исследования показали, что существенный эффект от двукратного применения биопрепаратов сказывается на увеличении урожайности зерна ярового ячменя по сравнению с контролем. Урожайность зерна ячменя по изучаемым биопрепаратам изменялась в среднем от 5,79 до 7,02 т/га. Сорта Владимир и Яромир сформировали наибольшую урожайность зерна (7,02 т/га и 7,35 т/га) на вариантах с внесением Биоагрогум-В и Биоагро-РР, в то время как сорт Раушан сформировал 6,82 т/га на варианте с Гумистимом (табл. 1).

При оценке эффективности применения биопрепаратов при возделывании сортов ячменя важное значение имеет химический состав основной продукции. Органо-минеральные биопрепараты оказывают влияние на поступление элементов минерального питания в растения, чем определяют уровень урожайности и качество получаемой продукции.

В среднем за два года исследований содержание азота в зерне ячменя Раушан достоверно увеличивалось до 2,27% при внесении Геотона и до 2,17% — при внесении Гумистима, в то время как на контрольном варианте этот показатель составил 2,10%. Аналогичная тенденция отмечалась у сортов Владимир и Яромир (табл. 2).

Следует отметить, что применение биопрепаратов на посевах ячменя существенно не повлияло на со-

Таблица 4. Содержание аминокислот в зерне ячменя сорта Владимир в зависимости от применения биопрепаратов, г/100 г сухого вещества

Table 4. Effect of application of biological preparation on amino-acid content in grain of the barley variety Vladimir, g/100 g of dry matter

Аминокислоты	Варианты опыта				
	Геотон	Гумистим	Биоагро-РР	Биоагро-гум-В	контроль
Аргинин*	1,35	1,70	1,58	1,32	1,26
Лизин*	0,74	0,59	0,63	0,51	0,49
Треонин*	1,08	0,85	0,66	0,62	0,60
Фенилаланин*	0,69	0,53	0,54	0,39	0,32
Гистидин*	0,27	0,23	0,26	0,31	0,08
Лейцин и изолейцин*	2,02	1,26	1,38	1,22	1,20
Метионин*	0,47	0,41	0,26	0,22	0,21
Валин*	0,88	0,70	0,76	0,63	0,58
Пролин	1,81	1,34	1,41	1,38	1,30
Тирозин	0,53	0,32	0,30	0,32	0,19
Серин	0,95	0,59	0,64	0,59	0,57
Аланин	1,01	0,71	0,71	0,66	0,59
Глицин	0,83	0,58	0,57	0,59	0,53
Всего незаменимых(*)	7,50	6,27	6,07	5,22	4,74
Общая сумма	12,63	9,81	9,70	8,76	7,92

Таблица 5. Содержание аминокислот в зерне ячменя сорта Яромир в зависимости от применения биопрепаратов, г/100 г сухого вещества

Table 5. Effect of application of biological preparation on amino-acid content in grain of the barley variety Yaromir, g/100 g of dry matter

Аминокислоты	Варианты опыта				
	Геотон	Гумистим	Биоагро-РР	Биоагро-гум-В	контроль
Аргинин*	1,69	1,60	1,06	1,32	1,30
Лизин*	0,53	0,51	0,53	0,53	0,50
Треонин*	0,50	0,55	0,63	0,75	0,48
Фенилаланин*	0,56	0,38	0,43	0,49	0,30
Гистидин*	0,58	0,40	0,19	0,29	0,16
Лейцин и изолейцин*	1,53	1,50	1,14	1,41	1,08
Метионин*	0,21	0,23	0,27	0,19	0,18
Валин*	0,63	0,70	0,59	0,78	0,46
Пролин	1,48	1,40	1,20	1,44	1,07
Тирозин	0,32	0,23	0,19	0,20	0,18
Серин	0,73	0,67	0,56	0,84	0,54
Аланин	0,65	0,70	0,55	0,90	0,50
Глицин	0,69	0,63	0,50	0,78	0,39
Всего незаменимых(*)	6,23	5,87	4,84	5,76	4,46
Общая сумма	10,1	9,5	7,84	9,92	7,14

держания фосфора и калия в зерне изучаемых сортов. Содержание этих биогенных макроэлементов в зерне сортов ячменя варьировало в пределах 0,51–0,55% на абсолютно сухое вещество фосфору и 0,43–0,55% — по калию.

Важнейшим показателем кормовых достоинств зерна является аминокислотный состав белка зерна ячме-

на. Наши исследования показали, что применение всех биопрепаратов способствовало увеличению содержания в зерне аминокислот, в том числе незаменимых, по сравнению с контролем.

В зерне сорта Раушан наибольшее содержание аминокислот (15,50 и 15,74 г/100 г сухого вещества) отмечалось на вариантах с внесением Геотона и Биоагрогума-В. Содержание незаменимых аминокислот на этих вариантах — 8,71 и 9,67 г/100 г сухого вещества, что составило 56,2% и 61,4% от общего количества аминокислот (табл. 3).

В зерне ячменя сорта Владимир наибольшее содержание аминокислот (12,63 г/100 г сухого вещества, в том числе незаменимых — 7,5 г/100 г) отмечено на варианте с внесением Геотона. На контрольном варианте эти показатели были ниже и составили соответственно 7,92 и 4,74 г/100 г сухого вещества (табл. 4).

Содержание аминокислот зерне ячменя сорта Яромир было наибольшим на вариантах с внесением Геотона (10,1 г/100 г сухого вещества) и Биоагрогума-В (9,9 г/100 г сухого вещества), в контроле — 7,14 г/100 г сухого вещества (табл. 5).

Оценивая сортовые особенности ярового ячменя, следует отметить, что на всех вариантах опыта наи-

большее количество аминокислот 11,2–15,74 г/100 г сухого вещества отмечалось в зерне сорта Раушан. Наименьшее их количество содержалось в зерне сорта Яромир.

Выводы / Conclusion

Исследования показали, что сорта ячменя Владимир и Яромир сформировали наибольшую урожайность зерна (6,82 т/га и 7,35 т/га) на вариантах с внесением препарата Биоагро-PP, в то время как сорт Раушан сформировал 6,82 т/га зерна на варианте с Гумистимом. Применение биопрепаратов на посевах ячменя способствовало существенному увеличению содержания азота в зерне и не повлияло на содержания фосфора и калия в зерне ячменя.

Установлено, что применение биопрепаратов способствовало увеличению содержания в зерне аминокислот, в том числе незаменимых. Оценивая сортовые особенности ячменя, следует отметить, что наибольшее количество аминокислот отмечалось в зерне сорта Раушан, а наименьшее количество — у сорта Яромир. В зерне сорта Раушан наибольшее содержание аминокислот (15,50 и 15,74 г/100 г сухого вещества) отмечалось на вариантах с внесением Геотона и Биоагрогума-В.

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. Шулепова О.В., Санникова Н.В., Ковалева О.В. Содержание протеина в зерне сортов ячменя под влиянием защитных и стимулирующих препаратов. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2020;2(61): 83-86.
2. Kondratenko E.P., Soboleva O.M., Sergeeva I.A. Influence of weather conditions and weediness on barley (*Hordeum Vulgare*) yield. *Research on Crops*. 2022;23(1): 33-39.
3. Бобренко И.А., Кормин В.П., Гоман Н.В., Болдышева Е.П., Попова В.И., Чернявская М.А. Влияние биологических удобрений и стимуляторов роста на аминокислотный состав белка сортов яровой пшеницы. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2021;4(27).
4. Барбасов Н.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность, вынос элементов питания и аминокислотный состав зерна ячменя кормового назначения. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;4: 116-121.
5. Pohanková E., Hlavinka P., Kersebaum K.-C., Balek J., Bednařík M., Dubrovský M., Nendel C., Olesen J.E., Bláhová M., Trnka M., Stella T., Rodríguez A., Ruiz-Ramos M., Gobin A., Hoogenboom G., Shelia V., Moriondo M., Rötter R.P., Hoffmann M.P., Takáč J. Et al. Expected effects of climate change on the production and water use of crop rotation management reproduced by crop model ensemble for Czech Republic Sites. *European Journal of Agronomy*. 2022;134: 126446.
6. Vogeler I., Böldt M., Taube F. Mineralisation of catch crop residues and n transfer to the subsequent crop. *The Science of the Total Environment*. 2022;810: 152142.
7. Hoheneder F., Hofer K., Heß M., Hüchelhoven R., Biehl E.M., Rychlik M., Petermeier J., Groth J., Herz M. Host genotype and weather effects on fusarium head blight severity and mycotoxin load in Spring Barley. *Toxins*. 2022;14(2).
8. Seminchenko E., Solonkin A. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt. *Research on Crops*. 2022;23(1): 40-45.
9. Новиков Н.Н., Жарихина А.А., Соловьева Н.Е. Диагностика азотного питания и прогнозирование качества зерна злаковых культур по концентрации аминокислот в соке листьев. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2021;1: 29-41.

REFERENCES

1. Shulepova O.V., Sannikova N.V., Kovaleva O.V. Protein content in barley grain under the influence of protective and stimulating preparations. *Vestnik of the Michurinsk State Agrarian University*. 2020;2(61): 83-86. (In Russian)
2. Kondratenko E.P., Soboleva O.M., Sergeeva I.A. Influence of weather conditions and weediness on barley (*Hordeum Vulgare*) yield. *Research on Crops*. 2022;23(1): 33-39.
3. Bobrenko I.A., Kormin V.P., Goman N.V., Boldysheva E.P., Popova V.I., Chernyavskaya M.A. Influence of biological fertilizers and growth stimulants on the amino acid composition of spring wheat protein. *Research and Scientific Electronic Journal of Omsk State Agrarian University*. 2021;4(27). (In Russian)
4. Barbasov N.V. Influence of mineral fertilizers and growth regulators on productivity, nutrient removal and amino acid composition of barley fodder grain. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2019;4: 116-121. (In Russian)
5. Pohanková E., Hlavinka P., Kersebaum K.-C., Balek J., Bednařík M., Dubrovský M., Nendel C., Olesen J.E., Bláhová M., Trnka M., Stella T., Rodríguez A., Ruiz-Ramos M., Gobin A., Hoogenboom G., Shelia V., Moriondo M., Rötter R.P., Hoffmann M.P., Takáč J. Et al. Expected effects of climate change on the production and water use of crop rotation management reproduced by crop model ensemble for Czech Republic Sites. *European Journal of Agronomy*. 2022;134: 126446.
6. Vogeler I., Böldt M., Taube F. Mineralisation of catch crop residues and n transfer to the subsequent crop. *The Science of the Total Environment*. 2022;810: 152142.
7. Hoheneder F., Hofer K., Heß M., Hüchelhoven R., Biehl E.M., Rychlik M., Petermeier J., Groth J., Herz M. Host genotype and weather effects on fusarium head blight severity and mycotoxin load in Spring Barley. *Toxins*. 2022;14(2).
8. Seminchenko E., Solonkin A. Influence of predecessor crops on the yield of spring barley under the protection of forest belt. *Research on Crops*. 2022;23(1): 40-45.
9. Novikov N.N., Zharikhina A.A., Solovyova N.E. Diagnostics of nitrogen nutrition and prediction of grain quality of cereal crops by the concentration of amino acids in leaf juice. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2021;1: 29-41. (In Russian)

10. Маркевич Д.В., Путятин Ю.В., Таврыкина О.М. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в основной продукции зерновых культур. *Почвоведение и агрохимия*. 2013;1(50): 178-185.
11. Кондратенко Е.П., Константинова О.Б., Соболева О.М., Измулкина Е.А., Вербицкая Н.В., Сухих А.С. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории Лесостепи Юго-Востока Западной Сибири. *Химия растительного сырья*. 2015;3: 143-150.
12. Глуховцев В.В., Дровальева Н.В. Изучение качественного состава белка зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2013;3: 3-5.
13. Босиева О.И., Плиева Е.А., Джиоева Г.Ф. Содержание белка и аминокислотный состав зерна тритикале. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2011;48(2): 102-104.
14. Чикишев Д.В., Абрамов Н.В., Ларина Н.С., Шерстобитов С.В. Влияние азотных удобрений на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2019;3(51): 20-25.
15. Янова М.А., Федорович И.В. Изменение аминокислотного состава зерна в процессе его хранения. *Хлебопродукты*. 2020;10: 60-65.
16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. Москва. 2011. 352 с.

10. Markevich D.V., Putyatin Yu.V., Tavrykina O.M. Comparative analysis of the composition of essential amino acids in the main products of grain crops. *Soil science and agrochemistry*. 2013;1(50): 178-185. (In Russian)
11. Kondratenko E.P., Konstantinova O.B., Soboleva O.M., Izhmulkina E.A., Verbitskaya N.V., Sukhikh A.S. The content of protein and amino acids in the grain of winter crops growing on the territory of the Forest-steppe of the South-East of Western Siberia. *Chemistry of plant raw materials*. 2015;3: 143-150. (In Russian)
12. Glukhovtsev V.V., Drovaleva N.V. Study of the qualitative composition of spring barley grain protein in the conditions of the Middle Volga region. *Proceedings of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2013;3: 3-5. (In Russian)
13. Bosieva O.I., Plieva E.A., Dzhioeva G.F. Protein content and amino acid composition of triticale grain. *Izvestiya of Gorsky State Agrarian University*. 2011;48(2): 102-104. (In Russian)
14. Chikishev D.V., Abramov N.V., Larina N.S., Sherstobitov S.V. Influence of nitrogen fertilizers on the amino acid composition of spring wheat grain. *Vestnik of the Bashkir State Agrarian University*. 2019;3(51): 20-25. (In Russian)
15. Yanova M.A., Fedorovich I.V. Change in the amino acid grain composition during its storage. *Khebo produkty [Bread products]*. 2020;10: 60-65. (In Russian)
16. Dospekhov B.A. Technique of field experience. Moscow. 2011. 352 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Владимировна Мельникова, доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация
E-mail: torikova1999@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8558-1948>

Владимир Ефимович Ториков, доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>

Игорь Николаевич Белоус, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: kafeap@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-5793-6454>

Ирина Алексеевна Сальникова, аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация
E-mail: irina.salnikova.1982@mail.ru

Галина Петровна Малавко, доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365 Российская Федерация
E-mail: gpmalyavko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2844-3324>

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский ГАУ, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Vladimirovna Melnikova, Doctor of Agricultural Sciences Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: torikova1999@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8558-1948>

Vladimir Efimovich Torikov, Doctor of Agricultural Sciences Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation
E-mail: torikov@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-0317-6410>

Igor Nikolayevich Belous, Doctor of Agricultural Sciences Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: kafeap@bgsha.com
<https://orcid.org/0000-0002-5793-6454>

Irina Alekseevna Salnikova, Postgraduate student of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: irina.salnikova.1982@mail.ru

Galina Petrovna Malyavko, Doctor of Agricultural Sciences Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology
Bryansk State Agrarian University, 2a Sovetskaya st., Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, 243365 Russian Federation
E-mail: gpmalyavko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2844-3324>

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

УДК 579.22:579.6:579.64:606

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-143-146

Р.Ж.К. Диабанкана^{1,2}, ✉
 А.Н. Чернов³,
 Ш.З. Валидов¹,
 Д.М. Афорданы^{1,3}

¹ Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Казань, Российская Федерация

² Центр агроэкологических исследований, Казанский государственный аграрный университет, Казань, Российская Федерация

³ Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения, Казань, Российская Федерация

✉ diabas.gilles@gmail.com

Поступила в редакцию:
06.05.2022

Одобрена после рецензирования:
15.08.2022

Принята к публикации:
12.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-143-146

Roderic G.C. Diabankana^{1,2}, ✉
 Albert N. Chernov³,
 Shamil Z. Validov¹,
 Daniel M. Afordanyi^{1,3}

¹ Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation

² Center for Agroecological Research, Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation

³ Tatar Research Institute of Agrochemistry and Soil Science, Kazan, Russian Federation

✉ diabas.gilles@gmail.com

Received by the editorial office:
06.05.2022

Accepted in revised:
15.08.2022

Accepted for publication:
12.09.2022

Способность *Bacillus mojavensis* PS17 к росту и синтезу экзогенных ферментов в условиях низких температур

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Микроорганизмы, растущие при низкой температуре, играют ключевую роль в биохимических циклах холодной экосистемы. Эти микроорганизмы выделяют ферменты с широким спектром действия при низкой температуре, которые могут быть использованы в различных областях биотехнологической промышленности.

Методы. Для изучения психротолерантной бактерий *Bacillus mojavensis* PS17 использовали суспензию, которую приготовили из ночной культуры. Способность *Bacillus mojavensis* PS17 расти в условиях пониженных температур изучали путем кинетического измерения оптической плотности (OD) при длине волны (λ) 595 нм. Для этого бактериальную суспензию *Bacillus mojavensis* PS17 инокулировали в минимальную среду и инкубировали при различных низких температурах (5, 8 и 12 \pm 1 °C). Кривую роста измеряли каждый час с использованием спектрофотометра. Активность экзогенных ферментов определяли путем инокуляции и инкубации при температуре 4 \pm 1 °C бактериальной суспензии *Bacillus mojavensis* PS17 на минимальной среде BM с добавлением 1% различных субстратов, такие как сухое молоко, Tween-80 и карбоксиметилцеллюлоза натрия.

Результаты. Результаты показали, что при низких температурах *Bacillus mojavensis* PS17 способен на к росту. Оценка активности экзогенных ферментов показала, что выделяемые ферменты исследуемого штамма не теряют свои свойства. Полученные данные могут свидетельствовать о широком температурном интервале активности штамма *B. mojavensis* PS17 и препаратов на его основе, а также о возможности промышленного использования экзоферментов этого штамма в различных отраслях промышленности: пищевой, текстильной и фармацевтической.

Ключевые слова: психротолерантные бактерии, активность экзогенных ферментов, фитаза, протеиназа, амилаза, целлюлаза, *Bacillus mojavensis* PS17

Для цитирования: Диабанкана Р.Ж.К., Чернов А.Н., Валидов Ш.З., Афорданы Д.М. Способность *Bacillus mojavensis* PS17 к росту и синтезу экзогенных ферментов в условиях низких температур. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 143–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-143-146>

© Диабанкана Р.Ж.К., Чернов А.Н., Валидов Ш.З., Афорданы Д.М.

The ability of *Bacillus mojavensis* PS17 to grow and synthesize exogenous enzymes at low temperatures

ABSTRACT

Relevance. Microorganisms growing at low temperatures play a key role in the biochemical cycles in cold ecosystems. These microorganisms secrete enzymes with a wide range of activity at low temperature, which can be used in various fields of the biotechnology industry.

Methods. To study the psychrotolerant ability of *Bacillus mojavensis* PS17 bacteria, a bacterial suspension prepared from a nocturnal culture was used. The ability of *Bacillus mojavensis* PS17 to grow at low temperatures was studied by kinetic measurement of optical density (OD) at a wavelength (λ) of 595 nm. For this purpose, bacterial suspension of *Bacillus mojavensis* PS17 was inoculated into a basal medium and incubated at various low temperatures (5, 8, and 12 \pm 1 °C) for 12 hours. The growth curve was measured every hour using a spectrophotometer. The activity of exogenous enzymes was determined by inoculation and incubation at a temperature of 4 \pm 1 °C a *Bacillus mojavensis* PS17 bacterial suspension on a basal medium amended with 1% of different substrates such as milk powder, Tween-80 and sodium carboxymethylcellulose.

Results. The results showed that *Bacillus mojavensis* PS17 can grow at low temperatures. Evaluation of the activity of exogenous enzymes showed that the isolated enzymes of the studied strain do not lose their properties in conditions of low temperatures. The studied psychrotolerant properties of *Bacillus mojavensis* PS17 bacteria can be used in various manufacturing biotechnology such as food, textile and pharmaceutical.

Key words: psychrotolerant bacteria, exogenous enzymes activity, phytase, protease, amylase, cellulase, *Bacillus mojavensis* PS17

For citation: Diabankana R.G.C., Chernov A.N., Validov S.Z., Afordanyi D.M. The ability of *Bacillus mojavensis* PS17 to grow and synthesize exogenous enzymes at low temperatures. Agrarian science. 2022; 362 (9): 143–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-143-146> (In Russian).

© Diabankana R.G.C., Chernov A.N., Validov S.Z., Afordanyi D.M.

Введение / Introduction

Абиотические факторы стресса, такие как засуха, засоление почвы и низкие температуры, наносят серьезный ущерб росту и продуктивности продовольственных культур [1]. Среди этих факторов низкие температурные условия в средней полосе особенно часты и негативно влияют на состав, разнообразие, структуру сообщества микроорганизмов, почвенную микробную биомассу, а также снижают запас питательных веществ в почве [2].

Кроме ростовой активности микроорганизмов, при пониженных температурах может также снижаться активность выделяемых ими ферментов: известно, что при снижении температуры до 10 °С десятикратно снижается активность большинства ферментов [3]. Психрофильные бактерии представляют собой микроорганизмы, способные расти при низких температурах, а психротолерантные — способны переносить более низкие температуры с более медленными темпами роста [4]. Способность психрофильных и психротолерантных микроорганизмов расти при низких температурах основана на механизмах, которые позволяют им преодолевать стрессы, вызванные низкой температурой окружающей среды.

Это стрессы, которые снижают активность ферментов, текучесть мембран, транспорт питательных веществ, скорость транскрипции, трансляции, клеточного деления, а также стрессы, которые вызывают холодовую денатурацию белков [5, 6]. Психрофильные и психротолерантные микроорганизмы обладают широким спектром метаболической активности в холодных экосистемах.

Применение ферментов этих микроорганизмов в различных отраслях промышленности, таких как пищевая, текстильная, химическая, фармацевтическая [7, 9], снизит желательные температуры химических реакций, сейчас требующих высоких температур, кроме того, их можно легко инактивировать при использовании высоких температур.

В сельском хозяйстве важными факторами являются температурные условия. Например, посев и обработка посадочных озимых культур (таких как ячмень, пшеница) биопрепаратами, как правило, происходят при достаточно низких температурах; чтобы обработка растений органическими препаратами была успешной, необходимо, чтобы используемый штамм был психротолерантным, следовательно, использование психрофильных/психротолерантных бактерий является эффективной и экологичной возможностью для оптимизации сельскохозяйственного производства и компенсации воздействия низких температур. Учитывая тот факт, что ферменты, активные при более низких температурах, востребованы в производстве, скрининг полезных психротолерантных микроорганизмов всегда актуален.

Целью работы была оценка *B. mojavensis* PS17 в качестве психротолерантной бактерии, а также ее способности продуцировать внеклеточные ферменты при низких температурах.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Штамм *B. mojavensis* PS17 (патент РФ RU2737208C1) [10], используемый в данной работе, был выделен из семян яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта Садакат (Республика Таджикистан). Штамм депонирован во Всероссийской промышленной коллекции микроорганизмов (Москва, Россия) под регистрационным номером В-13415. Последовательность 16S рPHK *B. mojavensis* PS17 депонирована в базе данных GenBank

NCBI (National Center for Biotechnology Information) под регистрационным номером MW350040.

Приготовление бактериальной суспензии: культуру *B. mojavensis* PS17 выращивали в бульоне Lysogeny broth (LB), состоящем из 10 г/л пептона; 5 г/л дрожжевого экстракта и 10 г/л NaCl, в течение 15 часов при 28 °С с непрерывным перемешиванием со скоростью 200 об/мин. Полученную культуру осаждали центрифугированием при 4000 об/мин в течение 10 мин. Осадок ресуспендировали в стерильном фосфатно-солевом буфере («VWR», США). Плотность полученной суспензии была доведена до 0,5 при 595 нм с помощью разведения в том же фосфатном буфере.

Способность *Bacillus mojavensis* PS17 расти в условиях пониженных температур изучали путем кинетического измерения оптической плотности (OD) при длине волны (λ) 595 нм. Для этого 1/100 объема бактериальной суспензии *B. mojavensis* PS17 инокулировали в минимальную питательную среду (БМ: K_2HPO_4 , 5,8 г/л; K_2HPO_4 , 3 г/л; $(NH_4)_2SO_4$, 1 г/л; агар, 18 г/л) и инкубировали при разных температурах (5, 8, и $12 \pm 1^\circ C$). Кривую роста *B. mojavensis* PS17 измеряли каждый час с использованием спектрофотометра «SPECTROstar NANO» («BMG Labtech», Германия). Для статистической достоверности каждый эксперимент проводился в трёх повторах. Определение энзиматической активности производили при 4 °С, проверяя чашки ежедневно в течение 10 дней.

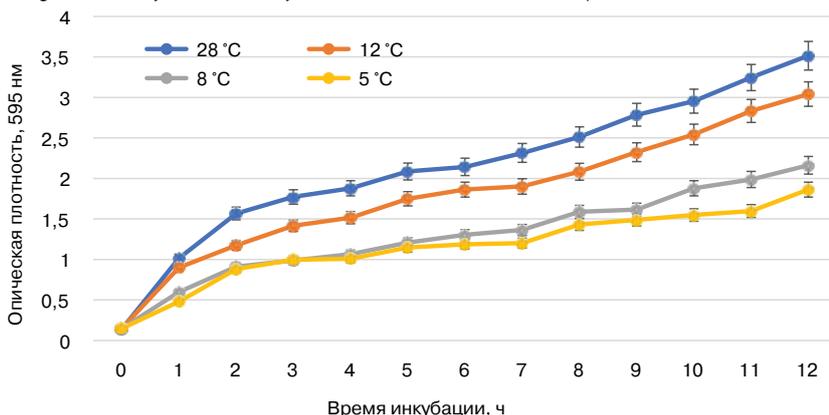
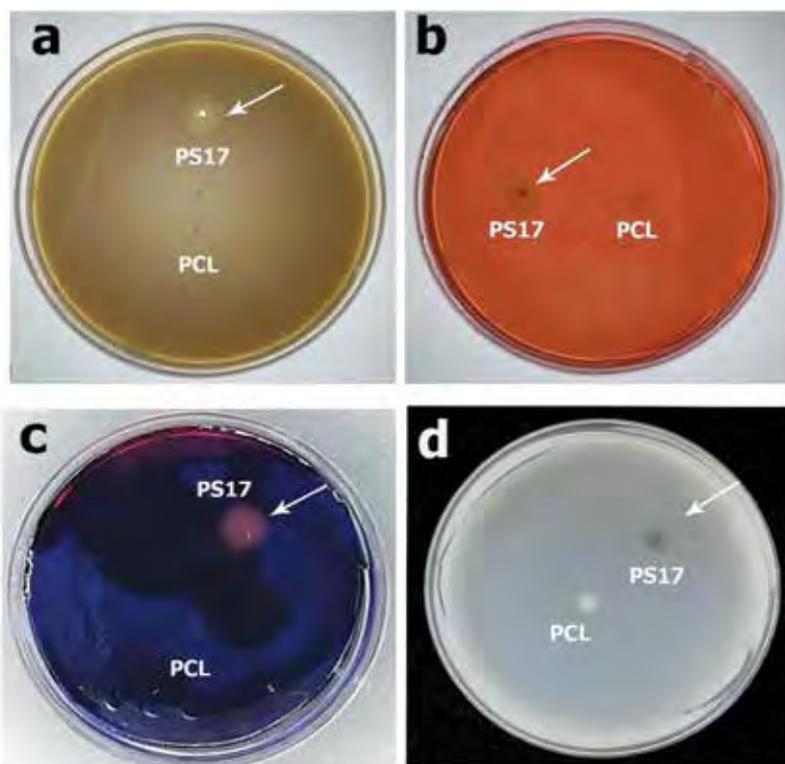
Для определения протеазной активности штамм *B. mojavensis* PS17 высевали на агаризованную питательную среду ВМ с добавлением 1% сухого молока. О протеазной активности судили по появлению зоны просветления вокруг колонии PS17. Целлюлазную активность определяли на среде ВМ с добавлением 1% карбоксиметилцеллюлозы (натриевая соль). После инкубирования в течение 1–10 дней при 4 °С чашки Петри прокрашивали 0,2%-ным раствором конго красного в течение 5 минут, а затем промывали 0,5%-ным раствором KCl. О целлюлазной активности судили по появлению непрокрашиваемых зон около бактериальных колоний. Для определения липазной активности в среду добавляли 1% полисорбата 80 (Tween-80). Липазная активность проявлялась в виде белых кристаллов, возникающих под колонией в агаре.

Амилазную активность определяли путём инокулирования бактериальной суспензии *B. mojavensis* PS17 на амилазную питательную среду (пептон, 0,5 %; KCl, 0,1%; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,5%; длина волны 5%; $(NH_4)_2SO_4$, 0,1%; NH_4NO_3 , 0,1%, крахмал, 2%). Фитазную активность *B. mojavensis* PS17 при низких температурах проверяли путем инокулирования и инкубирования при температуре 4 °С бактериальной суспензии на фитазную питательную среду (глюкоза, 15 г/л; фитат кальция ($C_6H_6Ca_6O_{24}P_6$), 5 г/л; NH_4NO_3 , 5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,5 г/л; KCl, 0,5 г/л; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,01 г/л; $MnSO_4 \cdot H_2O$, 0,01 г/л; агар, 18 г/л). Образование просветления вокруг колоний рассматривалось как фитазная активность.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Результат эксперимента по моделированию температурных условий показал, что *B. mojavensis* PS17 умеренно растет при низких температурах (рис. 1), поскольку наблюдается снижение скорости роста по сравнению с ростом при оптимальной температуре 28 °С (рис. 1). Скорость роста *B. mojavensis* PS17 снижалась пропорционально снижению температуры от 12 до 5 °С.

Рис. 1. Динамика роста *B. mojavensis* PS17 в моделированных условиях низких температур**Fig. 1.** Growth dynamics of *B. mojavensis* PS17 under modeled low-temperature conditions**Рис. 2.** Анализ активности экзогенных ферментов (а) протеаза, (б) целлюлаза, (с) амилаза и (д) фитазы *Bacillus mojavensis* PS17 при низкой температуре (4 ± 1 °C). Стрелки указывают на образование зоны активности ферментов. PS17 и PCL — *Bacillus mojavensis* PS17 и *Pseudomonas putida* PCL1760. *P. putida* PCL1760 был использован в качестве отрицательного контроля**Fig. 2.** Exogenous enzymatic assay (a) protease, (b) cellulase, (c) amylase, and (d) phytase of *B. mojavensis* PS17 at low temperature (4 ± 1 °C). The arrows indicate the formation of enzymatic activities zones. PS17 and PCL — *Bacillus mojavensis* PS17 and *Pseudomonas putida* PCL1760. *P. putida* PCL1760 was used as a negative control

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование проведено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации: соглашение № 075-15-2021-1395 от 25.10.2022, уникальный идентификатор контракта: RF----1930.61321X0001, номер проекта: 15.IP.21. 0020.

FUNDING

The study was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation: agreement No. 075-15-2021-1395 dated October 25, 2022, unique contract identifier: RF----1930.61321X0001, project number: 15.IP.21. 0020.

О способности представителей рода *Bacillus* развиваться при низких температурах было сообщено во многих исследованиях [11–13]. Например, *Bacillus subtilis* (близкий родственник *Bacillus mojavensis*), выделенный из ферментированного корма, проявил способность расти в различных диапазонах температур (от 4 до 50 °C) [14]. Следовательно, полученный результат подтверждает выдвинутую нами гипотезу, что *Bacillus mojavensis* PS17 является психротолерантной бактерией.

Способность *Bacillus mojavensis* PS17 продуцировать экзогенные ферменты, такие как протеаза, целлюлаза, бета-глюконаза, была описана в нашем предыдущем исследовании [15]. В данной работе экзоферменты (амилаза, протеазы, целлюлазы и фитазы), продуцируемые *B. mojavensis* PS17, активно синтезировались в условиях низких температур. Результаты скрининга показали, что продуцируемые внеклеточные гидролитические ферменты активны при температуре 4 ± 1 °C, поскольку образование зоны гидролиза субстратов наблюдалось на всех тестовых средах (рис. 2). Среди них протеаза и амилаза были наиболее активными внеклеточными гидролитическими ферментами (рис. 2а и 2с).

Выводы / Conclusion

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Штамм *Bacillus mojavensis* PS17 способен расти в условиях низких температур. Бактериальный штамм *Bacillus mojavensis* PS17 является психротолерантно-мезофильной бактерией. Выделяемые штаммом *Bacillus mojavensis* PS17 протеолитические экзоферменты активны при низких температурах (4 ± 1 °C). Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале применения данного штамма в различных отраслях биотехнологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Kumar R, Singh PC, Singh S. A review report: Low temperature stress for crop production. *Int. J. Pure Appl. Biosci.* 2018; 6: 575-598. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.3031>
- Lin YT, Jia Z, Wang D, Chiu CY. Effects of temperature on the composition and diversity of bacterial communities in bamboo soils at different elevations. *Biogeosciences.* 2017; 14(21): 4879-4889. <https://doi.org/10.5194/bg-14-4879-2017>
- Feller G, Gerday C. Psychrophilic enzymes: hot topics in cold adaptation. *Nature reviews microbiology.* 2003;1(3):200-208. <https://doi.org/10.1038/nrmicro773>
- Morita RY. "Psychrophilic Bacteria." *Bacteriol Rev.* 1975; 39: 144-167. <https://doi.org/10.1128/br.39.2.144-167.1975>
- Margesin R, Fauster V, Fonteyne PA. Characterization of Cold active Pectate Lyases from Psychrophilic *Mrakia Frigid.* *Letters in Applied Microbiology.* 2005; 40 (6): 453-459. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2005.01704.x>
- Casanueva A, Tuffin M, Cary C, Cowan DA. Molecular adaptations to psychrophily: the impact of 'omic' technologies. *Trends Microbiol.* 2010;18: 374-381. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2010.05.002>
- Niehaus F, Gabor E, Wieland S, Siegert P, Maurer KH, Eck J. Enzymes for the laundry industries: tapping the vast metagenomic pool of alkaline proteases. *Microbial biotechnology.* 2011; 4(6):767-776. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2011.00279.x>
- Raveendran S, Parameswaran B, Ummalyama SB, Abraham A, Mathew A K, Madhavan A, Pandey A. Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology.* 2018; 56(1):16. Doi: 10.17113/ftb.56.01.18.5491
- Nigam PS. Microbial enzymes with special characteristics for biotechnological applications. *Biomolecules.* 2013; 3(3):597-611. <https://doi.org/10.3390/biom3030597>
- Сафин Р.И., Каримова Л.З., Валидов Ш.З., Комиссаров Э.Н., Диабанкана Р.Ж.К. Патент на изобретение 2737208 С1, 26.11.2020. Заявка № 2019141759 от 13.12.2019.
- Lechner S, Mayr R, Francis KP, Prü BM, Kaplan T, Wießner-Gunkel Elke, Scherer S. *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov. is a new psychrotolerant species of the *Bacillus cereus* group. *Int. J. Syst. Evol.* 1998; 48(4): 1373-1382. <https://doi.org/10.1099/00207713-48-4-1373>
- Ivy RA, Ranieri ML, Martin NH, den Bakker HC, Xavier BM, Wiedmann M, Boor KJ. Identification and characterization of psychrotolerant sporeformers associated with fluid milk production and processing. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012;78(6):1853-1864. <https://doi.org/10.1128/AEM.06536-11>
- Gauvry E, Mathot AG, Couvert O, Leguérinel I, Coroller L. Effects of temperature, pH and water activity on the growth and the sporulation abilities of *Bacillus subtilis* BSB1. *International Journal of Food Microbiology.* 2021; 337: 108915. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108915>
- Trimulyono G. Temperature range and degree of acidity growth of isolate of indigenous bacteria on fermented feed "fermege". *J. Phys.: Conf. Ser.* IOP Publishing. 2018; 953(1): 012209. doi :10.1088/1742-6596/953/1/012209
- Diabankana RGC, Afordoanyi DM, Safin RI, Nizamov RM, Karimova LZ, Validov SZ. Antifungal Properties, Abiotic Stress Resistance, and Biocontrol Ability of *Bacillus mojavensis* PS17. *Current Microbiology.* 2021;78(8):3124-3132. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02578-7>

ОБ АВТОРАХ:

Родерик Жиль Кларе Диабанкана, младший научный, лаборатория Молекулярно-Генетических и Микробиологических Методов – Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук». 2/31. ул. Лобачевского. Казань, 420111, Российская Федерация; младший научный сотрудник, Центр Агроэкологических Исследований – Казанский Государственный Аграрный Университет. 65 ул. Карла Маркса, Казань, 420111, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8876-8270>.
E-mail: diabas.gilles@gmail.com

Альберт Николаевич Чернов, доктор биологических наук, заведующий отделом животноводства и ветеринарии, главный научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра Казанский научный центр Российской академии наук. 2/31. ул. Лобачевского. Казань, 420111, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9007-5641>.
E-mail: rt-kazan@mail.ru

Шамиль Завдатович Валидов, доктор биологических наук, заведующий лабораторией, лаборатория Молекулярно-Генетических и Микробиологических Методов – Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук». 2/31. ул. Лобачевского. Казань, 420111, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9441-409X>.
E-mail: szvalidov@kpfu.ru

Дэниел Мавуэна Афорданы, кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория Молекулярно-Генетических и Микробиологических Методов – Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук». 2/31. ул. Лобачевского. Казань, 420111, Российская Федерация. Научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра Казанский научный центр Российской академии наук. 2/31. ул. Лобачевского. Казань, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-0494-3693>
E-mail: daforadoan@gmail.com

REFERENCES

- Kumar R, Singh PC, Singh S. A review report: Low temperature stress for crop production. *Int. J. Pure Appl. Biosci.* 2018; 6: 575-598. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.3031>
- Lin YT, Jia Z, Wang D, Chiu CY. Effects of temperature on the composition and diversity of bacterial communities in bamboo soils at different elevations. *Biogeosciences.* 2017; 14(21): 4879-4889. <https://doi.org/10.5194/bg-14-4879-2017>
- Feller G, Gerday C. Psychrophilic enzymes: hot topics in cold adaptation. *Nature reviews microbiology.* 2003;1(3):200-208. <https://doi.org/10.1038/nrmicro773>
- Morita RY. "Psychrophilic Bacteria." *Bacteriol Rev.* 1975; 39: 144-167. <https://doi.org/10.1128/br.39.2.144-167.1975>
- Margesin R, Fauster V, Fonteyne PA. Characterization of Cold active Pectate Lyases from Psychrophilic *Mrakia Frigid.* *Letters in Applied Microbiology.* 2005; 40 (6): 453-459. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2005.01704.x>
- Casanueva A, Tuffin M, Cary C, Cowan DA. Molecular adaptations to psychrophily: the impact of 'omic' technologies. *Trends Microbiol.* 2010;18: 374-381. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2010.05.002>
- Niehaus F, Gabor E, Wieland S, Siegert P, Maurer KH, Eck J. Enzymes for the laundry industries: tapping the vast metagenomic pool of alkaline proteases. *Microbial biotechnology.* 2011; 4(6):767-776. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2011.00279.x>
- Raveendran S, Parameswaran B, Ummalyama SB, Abraham A, Mathew A K, Madhavan A, Pandey A. Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology.* 2018; 56(1):16. Doi: 10.17113/ftb.56.01.18.5491
- Nigam PS. Microbial enzymes with special characteristics for biotechnological applications. *Biomolecules.* 2013; 3(3):597-611. <https://doi.org/10.3390/biom3030597>
- Safin R.I., Karimova L.Z., Validov S.Z., Komissarov E.N., Diabankana R.G.C. Patent for invention 2737208 C1, 11/26/2020. Application no. 2019141759 dated 13.12.2019. (In Russian.)
- Lechner S, Mayr R, Francis KP, Prü BM, Kaplan T, Wießner-Gunkel Elke, Scherer S. *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov. is a new psychrotolerant species of the *Bacillus cereus* group. *Int. J. Syst. Evol.* 1998; 48(4): 1373-1382. <https://doi.org/10.1099/00207713-48-4-1373>
- Ivy RA, Ranieri ML, Martin NH, den Bakker HC, Xavier BM, Wiedmann M, Boor KJ. Identification and characterization of psychrotolerant sporeformers associated with fluid milk production and processing. *Appl. Environ. Microbiol.* 2012;78(6):1853-1864. <https://doi.org/10.1128/AEM.06536-11>
- Gauvry E, Mathot AG, Couvert O, Leguérinel I, Coroller L. Effects of temperature, pH and water activity on the growth and the sporulation abilities of *Bacillus subtilis* BSB1. *International Journal of Food Microbiology.* 2021; 337: 108915. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108915>
- Trimulyono G. Temperature range and degree of acidity growth of isolate of indigenous bacteria on fermented feed "fermege". *J. Phys.: Conf. Ser.* IOP Publishing. 2018; 953(1): 012209. doi :10.1088/1742-6596/953/1/012209
- Diabankana RGC, Afordoanyi DM, Safin RI, Nizamov RM, Karimova LZ, Validov SZ. Antifungal Properties, Abiotic Stress Resistance, and Biocontrol Ability of *Bacillus mojavensis* PS17. *Current Microbiology.* 2021;78(8):3124-3132. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02578-7>

ABOUT THE AUTHORS:

Roderic Gilles Claret Diabankana, associated researcher, Laboratory of Molecular Genetic and Microbiological Methods – Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences". 2/31 Lobachevsky str., Kazan, 2/31. ул. Лобачевского, Казань, 420111, Российская Федерация, Russian Federation; associated researcher, Centre for Agroecological Research – Kazan State Agrarian University, 65, Karl Marx str., Kazan, 420111, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8876-8270>.
E-mail: diabas.gilles@gmail.com

Albert Nikolaevich Chernov, doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Chief Researcher, Tatar Scientific Research Institute of Agrochemistry and Soil Science - structural subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2/31, Lobachevsky str., Kazan, 2/31. ул. Лобачевского. Казань, 420111, Российская Федерация Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9007-5641>.
E-mail: rt-kazan@mail.ru

Shamil Zavdatovich Validov, doctor of Biological Sciences, Head of the laboratory of Molecular Genetics and Microbiological Methods – Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences". 2/31, Lobachevsky str., Kazan, 420111, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9441-409X>.
E-mail: szvalidov@kpfu.ru

Daniel Mavuen Afordanyi, candidate of Biological Sciences, researcher, Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences". 2/31 Lobachevsky str., Kazan, 420111, Russian Federation; Tatar Scientific Research Institute of Agrochemistry and Soil Science - structural subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2/31, Lobachevsky str., Kazan, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0494-3693>
E-mail: daforadoan@gmail.com

В. В. Дьяченко, ✉
В. М. Никифоров,
М. И. Никифоров,
В. В. Мамеев,
И. Д. Сазонова,
С. М. Сычёв

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ vovan240783@yandex.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Vladimir V. Dyachenko, ✉
Vladimir M. Nikiforov,
Mikhail I. Nikiforov,
Vasily V. Mamaev,
Irina D. Sazonova,
Sergei M. Sychev

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ vovan240783@yandex.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Влияние баковой смеси гербицидов на засоренность посевов и продуктивность яровой пшеницы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Один из методов борьбы с сорняками — химический. Основное преимущество данного метода — это его высокая биологическая эффективность (до 90% и более) на фоне быстрой окупаемости от значительной прибавки продукции за счет сохраненного урожая. При этом в ряде случаев появляется возможность манипулирования сроками применения гербицидов с учетом их селективности, эксплуатационных качеств, а также производственной занятости сил и средств сельскохозяйственного предприятия, осуществляющего работы по борьбе с сорняками.

Методы. Объект исследования — сорт яровой мягкой пшеницы Злата. Предшественник — картофель. Норма высева семян — 5,5 млн. Схема опыта включала 2 варианта: 1) контроль (без применения гербицидов); 2) применение баковой смеси гербицидов (Балерина + Бомба + Ластик Экстра). Площадь посева культуры — 3 га, площадь учетных делянок — 50 м², повторность опыта — 3-кратная.

Результаты. Проведенные исследования показали, что в условиях опыта на долю малолетних однолетних сорняков в посевах яровой пшеницы приходилось 68,9%, на долю малолетних двудольных — 31,1% от общей численности. Наибольшее распространение среди них имели: просо куриное (*Echinochla crusgalli*) — 68,9%, марь белая (*Chenopodium album*) — 13,1%, щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) — 6,2% и пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*) — 5,2%. Применение баковой смеси гербицидов Балерина + Бомба + Ластик Экстра позволило сократить численность сорняков на 90,4–94,1%, сократить потери биологической урожайности зерна на 14%, массы колоса — на 7%, продуктивной кустистости — на 5%, массы 1000 зерен — на 2%, а также повысить урожайность зерна яровой пшеницы на 0,68 т/га и получить дополнительную прибыль в размере 1,9 тыс. руб./га.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорные растения, баковая смесь гербицидов, урожайность, эффективность применения гербицидов

Для цитирования: Дьяченко В.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Мамеев В.В., Сазонова И.Д., Сычёв С.М. Влияние баковой смеси гербицидов на засоренность посевов и продуктивность яровой пшеницы. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 147–150. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-147-150>

© Дьяченко В.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Мамеев В.В., Сазонова И.Д., Сычёв С.М.

The effect of tank mixture of herbicides on the contamination of crops and productivity of spring wheat

ABSTRACT

Relevance. The main advantage of this method is its high biological efficiency (up to 90% or more) against the background of a quick payback from a significant increase in production due to the stored harvest. At the same time, in some cases, it becomes possible to manipulate the timing of the use of herbicides, taking into account their selectivity, operational qualities, as well as the industrial employment of the forces and means of an agricultural enterprise engaged in weed control. Therefore, the study and selection of modern herbicides in the fight against weeds is an urgent task of great practical importance.

Methods. The object of research is a variety of spring soft wheat Zlata. The predecessor is potatoe. The seeding rate is 5.5 million. The scheme of the experiment included 2 options: 1) control (without the use of herbicides); 2) the use of a tank mixture of herbicides («Ballerina»+ «Bomba» + «Lastic Extra»). The sowing area of the crop is 3 ha, the area of the accounting plots is 50 m², the repetition of the experiment is 3 times.

Results. The conducted studies have shown that under experimental conditions, the share of juvenile monocotyledonous weeds in spring wheat crops accounted for 68.9%, of juvenile dicotyledonous weeds — for 31.1% of the total number. The most widespread among them were: *Echinochla crusgalli* — 68.9%, *Chenopodium album* — 13.1%, *Amaranthus retroflexus* — 6.2% and *Galeopsis tetrahit* — 5.2%. The use of a tank mixture of herbicides «Ballerina» + «Bomba» + «Lastic Extra» made it possible to reduce the number of weeds by 90.4–94.1%, reduce the loss of biological grain yield by 14%, ear weight — by 7%, productive bushiness — by 5%, weight of 1000 grains — by 2%, and also increase the yield of spring wheat grain by 0.68 t/ha and get an additional profit of 1.9 thousand rubles/ha.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), weeds, tank mixture of herbicides, yield, effectiveness of herbicides

For citation: Dyachenko V.V., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Mamaev V.V., Sazonova I.D., Sychev S.M. The effect of tank mixture of herbicides on the contamination of crops and productivity of spring wheat. Agrarian science. 2022; 362 (9): 147–150. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-147-150> (In Russian).

© Dyachenko V.V., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Mamaev V.V., Sazonova I.D., Sychev S.M.

Введение / Introduction

Увеличение производства зерна яровой пшеницы является важнейшей стратегической задачей аграрно-комплекса страны. Несмотря на значительные посевные площади этой культуры, объемы производства зерна остаются низкими, прежде всего из-за невысокого уровня урожайности [1]. Современные сорта интенсивного типа отличаются высокой урожайностью, хорошими качественными характеристиками зерна, но часто эти сорта неустойчивы к вредным объектам, что способствует накоплению последних в агробиоценозах и, как следствие, приводит к потерям урожая [2–5].

Специалистами подсчитано, что 50% урожайного потенциала зерновых культур достигается за счет внедрения новых сортов, а 50% — за счет совершенствования технологий их возделывания [4–9]. При этом потери урожайности зерновых от вредных организмов достигают порядка 20–50%, из которых 20–25% приходится на долю сорняков [10].

Поэтому борьба с сорными растениями имеет важное значение в получении и сохранении урожая. Один из основных методов в борьбе с сорняками — химический. Его основное преимущество — это высокая биологическая эффективность (до 90% и более) на фоне быстрой окупаемости от значительной прибавки продукции за счет сохраненного урожая [11, 12, 13].

В своих исследованиях мы изучаем влияние баковой смеси гербицидов на засоренность посевов и продуктивность яровой пшеницы.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились в учебно-опытном хозяйстве Брянского государственного аграрного университета в 2018–2020 гг. на серых лесных среднесуглинистых почвах.

Объектом исследований являлся сорт яровой мягкой пшеницы Злата селекции ФГБНУ «ФИЦ “Немчиновка”» и ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Норма высева семян — 5,5 млн всхожих семян на гектар. Предшественник — картофель. Агротехника в опыте — общепринятая для Центрального Нечерноземного региона и рассчитана на получение урожайности на уровне 5,5–6,0 т/га зерна.

Полевой опыт проводился по следующей схеме:

1) контроль (без применения баковой смеси гербицидов);

2) применение баковой смеси гербицидов: «Балерина» (0,3 л/га) + «Бомба» (0,03 кг/га) + «Ластик Экстра» (1,0 л/га).

Гербициды, используемые в опыте, изготовлены российской компанией «Август».

Площадь посева культуры — 3 га, площадь учетных делянок — 50 м², повторность опытов — 3-кратная.

Обработка посевов баковой смесью проводилась в фазу кущения яровой пшеницы, на ранних стадиях развития сорняков.

Учет засоренности, оценка структуры урожая и урожайности, а также статистическая обработка полученных результатов проводились по методике Б.А. Доспехова [14], экономическая эффективность определялась по методике А.Ф. Ченкина [15].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Количественный учет сорных растений показал, что в условиях 2018–2020 гг. средняя засоренность посевов яровой пшеницы была на уровне 183,3 шт./м². Наибольшее распространение среди сорняков имели просо куриное (*Echinochloa crusgalli*) — 126,2 шт./м² (68,9%), марь белая (*Chenopodium album*) — 23,9 шт./м² (13,1%), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) — 11,3 шт./м² (6,2%) и пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*) — 9,5 шт./м² (5,2%). Кроме этого, в посевах встречались звездчатка средняя (*Stellaria media*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*) и аистник цикотовый (*Erodium cicutarium*). Их суммарное количество составило 12,4 шт./м², или 6,6%, от общего количества сорняков.

Весовой учет сорняков показал, что несмотря на их значительную численность (183,3 шт./м²), сорные растения находились на начальных стадиях роста. Об этом свидетельствует то, что их общая сырая масса была на уровне 103,9 г/м² (или 0,57 г/растение), а воздушно-сухая масса составила 19,9 г/м² (или 0,11 г/растение).

Проведенные учеты показали, что доля малолетних однодольных сорняков в посевах яровой пшеницы в среднем за 3 года исследований составила 68,9% (126,2 шт./м²), малолетних двудольных — 31,1% (57,1 шт./м²). На основании этих данных было принято решение применить баковую смесь гербицидов «Балерина»+ «Бомба» + «Ластик Экстра».

Количественно-весовой учет сорняков, проведенный через 30 дней после обработки посевов яровой пшеницы баковой смесью гербицидов, показал, что среднее количество сорных растений сократилось со 183,3 до 13,0 шт./м², в том числе количество малолетних однодольных сорняков сократилось со 126,2 до 7,5 шт./м², а малолетних двудольных — с 57,1 до 5,5 шт./м². При этом сырая масса уцелевших сорняков была на уровне 7,7 г/м², а воздушно-сухая — на уровне 0,7 г/м².

На основании этих данных можно сделать вывод о том, что общая биологическая эффективность баковой смеси гербицидов «Балерина»+ «Бомба» + «Ластик Экстра» составила 92,9%; против малолетних двудольных — 90,4%, против малолетних однодольных — 94,1%.

Учет сорняков перед уборкой показал, что на контрольном варианте количество сорных растений составило 85,2 шт./м², а их сырая масса была на уровне 337,4 г/м². На варианте с применением гербицидов количество сорняков и их сырая масса на момент уборки не превышали 5 шт./м² и 15 г/м² соответственно.

Высокая численность сорняков в условиях опыта негативно сказалась на продуктивности яровой пшеницы. Об этом свидетельствуют данные таблицы 1.

Таблица 1. Продуктивность яровой пшеницы (среднее за 2018–2020 гг.)

Table 1. Productivity of spring wheat (average for 2018–2020)

Вариант	Продуктивная кустистость	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Контроль	1,16	1,02	40,6	4,80
«Балерина» + «Бомба» + «Ластик Экстра»	1,22	1,09	41,2	5,48
НСП ₀₅	0,04	0,05	0,41	0,29

Таблица 2. Экономическая эффективность применения гербицидов

Table 2. Economic efficiency of herbicides application

Показатель	Значение
Величина сохраненного урожая, т/га	0,68
Стоимость сохраненного урожая, руб./га	6800
Производственные затраты на применение гербицидов, руб./га	4917,31
Условный чистый доход, руб./га	1882,69
Окупаемость дополнительных затрат, руб./руб.	1,38

На контрольном варианте основные показатели продуктивности культуры, такие как биологическая урожайность зерна, масса зерна с колоса, продуктивная кустистость и масса 1000 семян, были существенно ниже, чем на варианте с применением баковой смеси гербицидов. Так, потери биологической урожайности зерна составили 14,1%, масса колоса снизилась на 6,9%, продуктивная кустистость — на 5,2%, масса 1000 зерен — на 1,5%. При этом средняя потеря урожайности зерна составила 0,68 т/га.

Экономическую эффективность применения баковой смеси гербицидов проводили путем сравнения стоимости сохраненного урожая с дополнительными производственными затратами, связанными с применением этих гербицидов (табл. 2).

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. Сычев В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы. *Плодородие*. 2007;5: 19-20.
2. Политыко П.М., Зяблова М.Н., Киселев Е.Ф., Вольпе А.А., Прокопенко А.Г., Матюта С.В. Эффективность защиты зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 2012;1: 26-28.
3. Войтович Н.В., Никифоров В.М. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания. *Агрохимический вестник*. 2019;3: 49-53
4. Ториков В.Е., Мельникова О.В., Шпилев Н.С., Мамеев В.В., Осипов А.А. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой пшеницы на юго-западе центрального региона России. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017; 4: 15-19.
5. Мамеев В.В., Ториков В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020;1(30): 55-62.
6. Belous IN, Shapovalov VF, Malyavko GP, Prosyannikov EV, Yagovenko GL. The effectiveness of chemicals in the cultivation of winter rye on soil contaminated by radiation. *Amazonia Investiga*. 2019;8(23): 759-766.
7. Справцева Е.В., Мимонов Р.В., Белоус Н.М., Косьянчук В.П., Шаповалов В.Ф. Оценка эффективности удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве. *Агрохимический вестник*. 2019; 2: 42-47.
8. Васютин А.С., Гафуров Р.М., Политыко П.М. Роль сорта и средств защиты растений в технологиях возделывания озимой пшеницы. *Агрохимический вестник*. 2014;4: 30-32.
9. Войтович Н.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Чекин Г.В., Силаев А.Л., Смольский Е.В., Нечаев М.М. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы. *Земледелие*. 2019; 6: 25-27.
10. Слободчиков А.А. Эффективность защиты сортов яровой пшеницы от вредных организмов. *Земледелие*. 2019;2: 45-48.

Выводы / Conclusion

Исследования, проведенные в условиях 2018–2020 гг., показали, что применение баковой смеси гербицидов «Балерина» (0,3 л/га) + «Бомба» (0,03 кг/га) + «Ластик Экстра» (1,0 л/га) в фазу кущения яровой пшеницы позволяет с высокой эффективностью (90–95%) бороться с малолетними однодольными и малолетними двудольными сорняками на ранних этапах их роста и развития.

Применение этой баковой смеси позволяет контролировать численность сорняков до уборки урожая и сократить потери биологической урожайности зерна на 14%, массы колоса — на 7%, продуктивной кустистости — на 5%, массы 1000 зерен — на 2%.

При этом использование предложенной баковой смеси позволяет сохранить до 0,7 т/га урожая зерна с общей окупаемостью до 1,5 рублей на 1 рубль затрат.

REFERENCES

1. Sychyov V.G., Almetov N.S., Kozyrev A.S. The effectiveness of chemicalization agents on spring wheat crops. *Plodородие*. 2007;5:19-20. (In Russian)
2. Polityko P.M., Zyablova M.N., Kiselev E.F., Vol'pe A.A., Prokopenko A.G., Matyuta S.V. Effectiveness of grain crop protection. *Zashchita i karantin rastenij*. 2012;1:26-28. (In Russian)
3. Vojtovich N.V., Nikiforov V.M. Changes in the physiological parameters of spring wheat varieties from the technology of their cultivation. *Agrohimicheskij vestnik*. 2019;3: 49-53 (In Russian)
4. Torikov V.E., Melnikova O.V., Shpilev N.S., Mameev V.V., Osipov A.A. Yield and grain quality of modern winter wheat varieties in the south-west of the central region of Russia. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2017;4: 15-19 (In Russian)
5. Mameev V.V., Torikov V.E. The role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region. *Agrarnyj vestnik Verhnevolszh'ya*. 2020;1(30): 55-62. (In Russian)
6. Belous IN, Shapovalov VF, Malyavko GP, Prosyannikov EV, Yagovenko GL. The effectiveness of chemicals in the cultivation of winter rye on soil contaminated by radiation. *Amazonia Investiga*. 2019;8(23): 759-766.
7. Spravtseva E.V., Mimonov R.V., Belous N.M., Kosyanchuk V.P., Shapovalov V.F. Evaluation of the effectiveness of fertilizers and Humistim biologics in the cultivation of winter wheat on radioactively contaminated soil. *Agrohimicheskij vestnik*. 2019;2: 42-47 (In Russian)
8. Vasyutin A.S., Gafurov R.M., Polityko P.M. The role of varieties and plant protection products in winter wheat cultivation technologies. *Agrohimicheskij vestnik*. 2014;4: 30-32. (In Russian)
9. Vojtovich N.V., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Chekin G.V., Silaev A.L., Smol'skij E.V., Nechaev M.M. Application of trace element chelates in spring wheat cultivation technology. *Zemledelie*. 2019;6: 25-27. (In Russian)
10. Slobodchikov A.A. The effectiveness of protecting spring wheat varieties from harmful organisms. *Zemledelie*. 2019;2: 45-48. (In Russian)

11. Захаренко В.А. Потенциал фитосанитарии и его реализация на основе применения пестицидов в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием агроэкосистем России. *Агрохимия*. 2013;7: 3-15.
12. Белоус Н.М., Симонов В.Ю., Смольский Е.В. Оценка действия гербицидов на сорную растительность и урожайность яровой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2013;5: 56-59.
13. Никифоров В.М., Никифоров М.И., Силаев А.Л., Смольский Е.В., Нечаев М.М. Применения баковой смеси гербицидов в технологии возделывания яровой пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019;8: 126-130.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: *Агропромиздат*. 1985. 351 с.
15. Ченкин А.Ф., Глебов М.А., Лапшин Л.В. Экономика и организация защиты растений. М.: *Колос*. 1978. 256 с.

11. Zaharenko V.A. The potential of phytosanitary and its implementation based on the use of pesticides in the integrated management of the phytosanitary state of agroecosystems of Russia, *Agrokhimiya*. 2013;7: 3-15. (In Russian)
12. Belous N.M., Simonov V.Yu., Smol'skij E.V. Evaluation of herbicide effects on weed vegetation and spring wheat yield. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2013;5: 56-59. (In Russian)
13. Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Silaev A.L., Smol'skij E.V., Nechaev M.M. Applications of tank mixture of herbicides in the technology of cultivation of spring wheat. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2019;8: 126-130. (In Russian)
14. Dospekhov B. A. Methodology of field experience. M.: *Agropromizdat*, 1985. 351 p. (In Russian)
15. Chenkin A.F., Glebov M.A., Lapshin L.V. Economics and organization of plant protection. M.: *Kolos*. 1978. 256 p. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Владимир Викторович Дьяченко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: uchsovet@bgsha.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Владимир Михайлович Никифоров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: vovan240783@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2719-6501>

Михаил Иванович Никифоров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: mikhail.nikiforov.60@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-6598-132X>

Василий Васильевич Мамеев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: vmameev@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>

Ирина Дмитриевна Сазонова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а, Российская Федерация
e-mail: aniri0509@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-8702-4758>

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский ГАУ, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Viktorovich Dyachenko, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: uchsovet@bgsha.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6302-9113>

Vladimir Mikhailovich Nikiforov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: vovan240783@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2719-6501>

Mikhail Ivanovich Nikiforov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: mikhail.nikiforov.60@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-6598-132X>

Vasily Vasil'evich Mameev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: vmameev@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-4328-2653>

Irina Dmitrievna Sazonova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: aniri0509@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-8702-4758>

Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, s. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation
e-mail: sichev_65@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

НАДЕЖНАЯ ГЕРБИЦИДНАЯ ЗАЩИТА СОИ — РЕШЕНИЯ «СИНГЕНТЫ»

В последние годы заметно возрос интерес сельхозпроизводителей к сое. Предпосылок для этого несколько: во-первых, высокая стабильная закупочная цена на зерно сои для пищевой промышленности и производства кормов, во-вторых, интродукция в производство передовых сортов сои, которые обеспечили получение высоких и качественных урожаев культуры и расширили ареал ее возделывания, в-третьих, внедрение новых элементов агротехники, которые также повысили продуктивность этой культуры. Совокупность вышеназванных факторов обеспечила высокую маржинальность сои и поспособствовала серьезному росту площадей под ней за последние несколько лет.

Каждый технолог, связанный с выращиванием сои, знает, что эта культура довольно требовательна и практически всегда снижает продуктивность при небрежном подходе к технологии возделывания. Факторов, которые влияют на урожайность и качество зерна сои, довольно много. Один из главных — сорная растительность в посевах культуры, ведь соя слабоконкурентна с сорняками на начальных этапах своего роста и развития. Гербакритический период культуры приходится на фазы появления первого — третьего тройчатых листьев. Для того чтобы соя не испытывала прессинг со стороны сорняков в этот период, наиболее эффективным и безопасным для культуры будет внесение гербицидов в два этапа: до всходов и по вегетирующей культуре, ориентировочно в период двух-трех тройчатых листьев сои. Однако внесение довсходовых гербицидов на практике не всегда возможно — часто из-за погодных условий или нехватки техники, а иногда из-за желания хозяйства сэкономить. В этом случае остается полагаться на применение гербицидов по вегетации.

РЕШЕНИЯ «СИНГЕНТЫ»

В продуктовой линейке гербицидов для сои компании «Сингента» до недавнего времени были представлены только довсходовые гербициды (ГЕЗАГАРД®, ДУАЛ® Голд и ГАРДО® Голд) и один гербицид для контроля двудольных сорняков по вегетации — ВИДБЛОК® Плюс. В сезоне-2021/22 зарегистрированы два новых продукта — ФЛЕКС и ЭВЕНТУС®.

ВИДБЛОК® Плюс, готовый двухкомпонентный гербицид для контроля засорения смешанного типа, хорошо известен аграриям и проверен практикой. Широкий спектр активности препарата обусловлен его действующими веществами — имазетапиром и пропаквизафопом, которые обеспечивают контроль как двудольных, так и злаковых сорняков. Кроме того, благодаря имазетапиру ВИДБЛОК® Плюс обладает выраженной остаточной (почвенной) активностью и способен дать длительную защиту от последующих поколений широкого спектра двудольных сорняков (виды горцев, марь белая, виды щирицы, канатник Теофраста и др.).

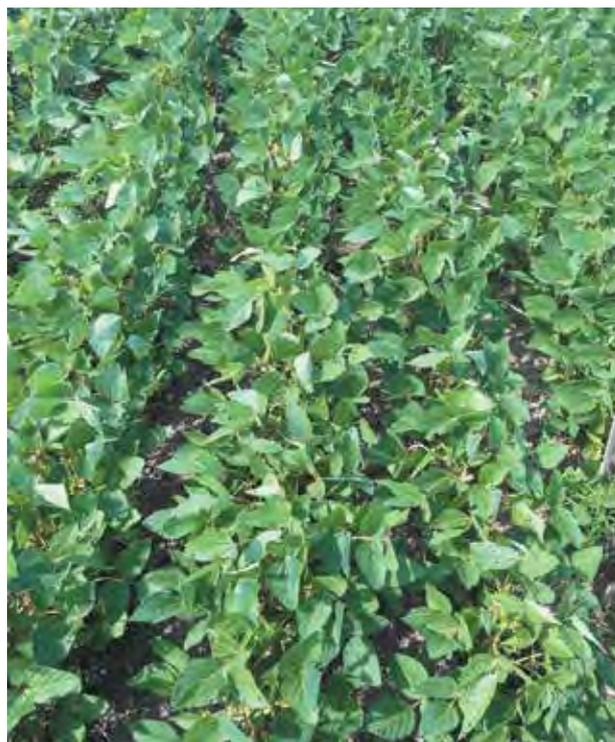
ВИДБЛОК® Плюс достаточно селективен по отношению к сое и разрешен для применения начиная с момента всходов до фазы двух тройчатых листьев. Оптимально двудольные сорняки на момент обработки должны быть в фазе развития 2–4-го листа, злаковые — 2–3-го листа, а многолетние двудольные — в фазе розетки.

Норма расхода ВИДБЛОК® Плюс — 1,2–2,0 л/га, что позволяет сельхозпроизводителям подходить к контролю сорняков достаточно гибко, ориентируясь на видо-

вой состав и стадии роста и развития сорной растительности на конкретном поле. Но эксперты обращают внимание на определенные ограничения для применения ВИДБЛОК® Плюс по размещению последующих культур: в год применения препарата (в случае пересева) рекомендуется высевать пшеницу озимую, на следующий после применения год — кукурузу, яровые и озимые зерновые, через два года можно высевать уже все культуры без ограничений.

ОСТАНОВИТ ЦУНАМИ СОРНЯКОВ

Новинка 2021 г., послевсходовый гербицид ФЛЕКС, предназначен для контроля широкого спектра двудольных сорняков. Его действующее вещество (фомесафен) ингибирует у чувствительных растений протопорфириногеноксидазу (РРО-ингибитор), что приводит к нарушению целостности клеточных мембран, разрушению пигментов, а в последующем — к некрозу листьев. Фомесафен поглощается листьями и частично корнями, но бо льшая эффективность в отношении контроля сорняков достигается при фолиарном применении.



Делянка обработана ФЛЕКС + ПАВ 1,5 + 0,2 л/га (21 ДПО).
Приморский край

Основные преимущества гербицида ФЛЕКС:

— действующее вещество с выраженной контактной активностью практически не вызывает системного угнетения культуры;

— широкий спектр активности против двудольных сорняков, в том числе трудноконтролируемых (амброзия полыннолистная, канатник Теофраста, коммелина, акалифа, паслен черный, чистец);

— хорошая совместимость в баковых смесях с гербицидами из групп имидазолинонов и сульфонилмочевин и с другими действующими веществами, применяемыми на сое;

— остаточная почвенная активность, которая позволяет контролировать повторные генерации амброзии полыннолистной и щирицы при наличии влаги в верхнем слое почвы на момент обработки гербицидом.

ФЛЕКС зарегистрирован для применения на сое в фазу 1–3 листьев в норме расхода 1,2–1,8 л/га. При применении гербицида в рамках регламента культура показывает высокий уровень толерантности к препарату вплоть до фазы бутонизации. ФЛЕКС рекомендуется применять против активно вегетирующих сорняков на начальных (2–4 листа) этапах их роста и развития. Поскольку ФЛЕКС — гербицид с выраженной контактной активностью и ограниченно передвигается по растению, для надежного контроля сорняков их листья и пазухи должны быть равномерно покрыты рабочим раствором гербицида. Рекомендуемая норма расхода рабочей жидкости — не менее 200 л/га.

После обработки препаратом ФЛЕКС на листьях сои часто можно наблюдать ожоги в виде округлых некротических пятен, которые не влияют на продуктивность культуры. Оптимальная температура применения — от +15 до +25 °С. Также при использовании ФЛЕКС обязательно добавлять в рабочий раствор неионный сурфактант (аdjувант), например 90%-ный этоксилат изодецилового спирта. Адьювант применяют в концентрации 0,1% (100 мл ПАВ на каждые 100 л воды, используемой для приготовления рабочего раствора).

У препарата ФЛЕКС есть ряд ограничений по размещению последующих культур севооборота: сою и бобы можно высевать в любое время; пшеницу, ячмень, рожь — через 4 месяца; кукурузу, горох — через 10 месяцев; люцерну, сорго, сахарную свеклу, подсолнечник и другие культуры — через 18 месяцев после применения гербицида.

ГЕРБИЦИДНАЯ НОВИНКА 2022 ГОДА

Второй заслуживающий внимания соеводов новый гербицид — ЭВЕНТУС®. Продукт содержит бентазон и кломазон, два незаменимых для успешного возделывания сои активных вещества. Гербицид ЭВЕНТУС® зарегистрирован с широким диапазоном нормы расхода, от 1,5 до 2,5 л/га, и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими продуктами, присутствующими на рынке.

Первое: ЭВЕНТУС успешно контролирует основные двудольные сорняки в посевах сои и, что очень важно, марь белую, в том числе переросшую, в фазу 6–8 настоящих листьев. Марь — довольно проблемный сорняк для посевов сои, распространенный во всех зонах соеосеяния. Марь белая — мощное растение и серьезный конкурент за жизненно важные факторы: свет, воду, питательные вещества, она часто обгоняет сою в росте и развитии. Контроль мари, особенно переросшей, осложняется тем, что ее листья покрыты восковым налетом, который затрудняет качественное нанесение гербицида и замедляет проникновение действующих веществ в растительную ткань. Помимо двудольных со-



Делянка обработана ЭВЕНТУС® 2,0 л/га (55 ДПО). Орловская область

рняков ЭВЕНТУС® успешно контролирует просо куриное и угнетает значимые в посевах сои злаковые сорняки.

Второе преимущество гербицида ЭВЕНТУС® — современная формуляция, микроэмульсия, благодаря которой обеспечивается высокая плотность покрытия сорняков рабочим раствором, уменьшаются непродуктивные потери рабочего раствора гербицида, раствор не расслаивается и длительное время остается стабильным.

Следующий важный плюс — отсутствие ограничений по размещению последующих культур севооборота. С гербицидом ЭВЕНТУС® сельхозпроизводители свободны в выборе последующих культур. Зерновые колосовые, кукуруза, свекла и прочие культуры, возделываемые в хозяйстве, можно высевать, не опасаясь проявления последствия препарата ЭВЕНТУС®.

Необходимо отметить, что ЭВЕНТУС® безопасен для сои, его можно применять начиная с первого тройчатого листа культуры. Концентрация действующих веществ препарата специально подобрана так, чтобы продукт одновременно обладал высокой эффективностью против сорняков и был безопасен для сои.

Также ЭВЕНТУС® хорошо сочетается в баковых смесях с гербицидами-партнерами. Совместное применение ЭВЕНТУС® с гербицидами ФЛЕКС, ВИДБЛОК® Плюс, тифенсульфурон-метилом расширяет спектр активности ЭВЕНТУС® и усиливает действие на проблемные в посевах сои сорняки: щирицу, амброзию, паслен черный, падалицу подсолнечника (классическую, а также устойчивую к сульфонилмочевинам и имидазолинонам), многолетние сорняки.

Регистрация новых гербицидов ФЛЕКС и ЭВЕНТУС® усилила позиции компании «Сингента» в сегменте послевсходовых гербицидов и позволила сформировать полноценный набор продуктов, необходимых при возделывании сои. Наши менеджеры готовы предложить сельхозпроизводителю комплексные технологические решения для максимально полной реализации потенциала продуктивности сои в различных регионах России.

УДК 633/635 - 021.66

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-153-156

Л.А. Соколова,
В.А. Васильева, ✉
А.А. Слипец

Калужский филиал Российского
государственного аграрного университета
МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Калуга,
Российская Федерация

✉ vasileva.vera.a@gmail.com

Поступила в редакцию:
20.04.2022

Одобрена после рецензирования:
31.08.2022

Принята к публикации:
01.09.2022

Влияние световых параметров на выращивание микрозелени редьки масличной

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вопросы воздействия световых параметров на выращивание микрозелени редьки масличной в настоящее время изучены недостаточно. Целью работы было изучить влияние световых параметров на интенсивность роста редьки масличной при выращивании ее на микрозелень.

Методы. Модельной культурой являлась редька масличная (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка). В качестве субстрата применялась вода. С применением светодиодных ламп при выращивании микрозелени редьки масличной было проведено 4 серии опытов в марте и октябре. Все опыты были поставлены в 4-кратной повторности. Масса семян — 5 г на контейнер площадью 144 см². Масса 1000 семян — 14 г, всхожесть семян — 96%. Средняя дневная температура выращивания редьки масличной составляла 25 °С. Фитолампы лаборатории «Интеллект» (г. Тула) включают по 72 пары светодиодов в 2 вариантах: 1) 3 красные, 1 синий (54 пары красных, 18 пар синих); 2) 7 красных, 1 синий (63 пары красных, 9 пар синих). Фитолампы были включены в течение 12 ч. Средний уровень освещенности — 2700–2800 люкс, уровень ФАР — 42 мкмоль/(м²·с).

Результаты. Дополнительное освещение фитолампами достоверно увеличивает массу проростков при значениях параметров ведущих экологических факторов в зоне оптимума. Для развития микрозелени редьки масличной весной и осенью оптимальным было соотношение красных и синих светодиодов 3:1 (54 пары красных светодиодов и 18 пар синих светодиодов). Дополнительное освещение фитолампами 2-го варианта практически не повлияло на рост проростков в оба срока опыта 2020 г. Это связано с тем, что на первых этапах развития растениям требуется больше синего света.

Ключевые слова: микрозелень, длина светового дня, качество света, редька масличная, фитолампы

Для цитирования: Соколова Л.А., Васильева В.А., Слипец А.А. Влияние световых параметров на выращивание микрозелени редьки масличной. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 153–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-153-156>

© Соколова Л.А., Васильева В.А., Слипец А.А.

Influence of light parameters on the cultivation of oil radish microgreens

ABSTRACT

Relevance. The technology of growing microgreens of individual vegetables had been previously studied in literature. However, the issues of the influence of light parameters on the cultivation of oil radish microgreens have not been studied enough.

Methods. The model crop was oil radish (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, variety Tambovchanka). Water was used as a substrate. With the use of LED lamps in the cultivation of oil radish microgreens, 4 series of experiments were carried out in March and October. All experiments were carried out in 4 replications. Seed weight — 5g per container with an area of 144 cm². Weight of 1000 seeds — 14 g, seed germination — 96%. The average daily temperature for growing oilradish was 25 °C. Phytolamps of the laboratory "Intellect" (Tula) include 72 pairs of LEDs in 2 versions: 1) 3 red, 1 blue (54 pairs of red, 18 pairs of blue); 2) 7 red, 1 blue (63 pairs of red, 9 pairs of blue). Phytolamps were turned on for 12 hours. The average level of illumination is 2700–2800 lux, the level of PAR is 42 μmol/(m²·s).

Results. In spring, with an increase in the length of daylight hours, the indicators of the number and mass of seedlings of oil radish microgreens increase. In autumn, the number and weight of seedlings grown in daylight (with and without additional lighting by phytolamps) is affected by the number of sunny days. Additional lighting with phytolamps increases the mass of seedlings if the values of the parameters of the leading environmental factors are in the optimum zone. The ratio of red and blue LEDs 3:1 (54 pairs of red LEDs and 18 pairs of blue LEDs) was optimal for the development oil radish seedlings in spring and autumn. Additional lighting with phytolamps of 7:1 ratio practically did not affect the growth of seedlings in both terms of the experiment in 2020. This is due to the fact that in the early stages of development plants require more blue light.

Key words: microgreens, day length, light quality, oil radish, phytolamps

For citation: Sokolova L.A., Vasileva V.A., Slipets A.A. Influence of light parameters on the cultivation of oil radish microgreens. Agrarian science. 2022; 362 (9): 153–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-153-156> (In Russian).

© Sokolova L.A., Vasileva V.A., Slipets A.A.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-153-156

Larisa A. Sokolova,
Vera A. Vasileva, ✉
Alexey A. Slipets

Kaluga branch of the Russian State Agrarian
University of the Moscow Agricultural
Academy named after K.A. Timiryazev,
Kaluga, Russian Federation

✉ vasileva.vera.a@gmail.com

Received by the editorial office:
20.04.2022

Accepted in revised:
31.08.2022

Accepted for publication:
01.09.2022

Введение / Introduction

Жители городов могут получать к столу самую свежую зелень, лекарственные травы, овощи и фрукты со своих приусадебных участков, правильно размещая и выращивая их на участке [1]. В то же время все большую востребованность приобретает сити-фермерство, когда овощи выращивают в городских условиях в теплицах с автоматически контролируемыми параметрами среды, в том числе освещением. Проще всего в таких условиях выращивать микрозелень. Это продукты здорового питания, выращивание которых стремительно набирает обороты [2]. Для усовершенствования технологии выращивания изучаются вопросы влияния органических удобрений на продуктивность микрозелени [3]. В литературных источниках показано воздействие светодиодных ламп на фотосинтез и питательную ценность микрозелени отдельных овощей [4, 5]. Однако вопросы технологии выращивания изучены недостаточно. Поэтому обозначенная тема является актуальной и востребованной.

Оптимизация условий выращивания микрозелени сократит трудозатраты и повысит эффективность процесса. В Калужском филиале Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А. Тимирязева были проведены исследования на образцах микрозелени. В опыте изучалось влияние субстрата и нормы высева семян на рост и развитие редьки масличной (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка) и были определены оптимальные параметры этих показателей [6, 7]. В продолжение этой работы были заложены опыты по влиянию длины светового дня и качества дополнительного освещения на развитие микрозелени редьки масличной.

Изучение воздействия световых параметров на рост микрозелени вносит вклад в оптимизацию технологии ее выращивания, что важно как для тепличного разведения, особенно в сити-фермерстве, так и для обывателя, выращивающего микрозелень у себя на окне.

Целью работы было изучить влияние световых параметров на интенсивность роста редьки масличной при выращивании ее на микрозелень.

В задачи исследований входило определить влияние на развитие растений редьки масличной (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка): длины светового дня и тенденций его изменения; дополнительного освещения фитолампами на фоне дневного света; соотношения светодиодов красного и синего света в фитолампах при разной длине светового дня.

Материал и методы исследования / Materials and method

Закладка опытов проводилась в оранжерее Калужского филиала РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019–2020 гг. Модельной культурой являлась редька масличная (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка). По результатам предыдущих опытов в качестве субстрата применялась вода. Масса семян — 5 г на контейнер площадью 144 см² [7].

В опытах использовали фитолампы с разным соотношением светодиодов красного и синего спектра [8]. Фитолампы лаборатории «Интеллект» (г. Тула) [9] включают по 72 пары светодиодов (СД) в 2

вариантах: 1) 3 красных, 1 синий (54 пары красных, 18 пар синих); 2) 7 красных, 1 синий (63 пары красных, 9 пар синих). Здесь и далее мы будем применять сокращения СД 3к:1с; СД 7к:1с. Фитолампы подвешены на расстоянии 35 см друг от друга; высота над стеллажом, где размещаются растения, — 30 см. Фитолампы были включены в течение 12 часов (с 8.00 до 20.00). Средний уровень освещенности — 2700–2800 люкс, уровень ФАР — 42 мкмоль/(м²·с).

Схема опыта включала 2 варианта: 1) дневной свет; 2) дневной свет + дополнительное освещение светодиодными лампами.

С применением светодиодных ламп при выращивании микрозелени редьки масличной было проведено 4 серии опытов в марте и октябре. Методика закладки опыта аналогична исследованиям влияния нормы высева и субстратов на выращивание микрозелени [7].

Для определения достоверности результатов опытов применялся дисперсионный анализ массы проростков. Оценку разности выборочных средних производили по наименьшей существенной разности при уровне значимости 5% ($HCp_{0,5}$) [10].

Обсуждая результаты исследований, следует принять во внимание соотношение солнечных и пасмурных дней в период развития растений (таблица 1). Первые 3 дня — до прорастания семян — растения закрывали темной пленкой, поэтому в эти дни данный показатель не учитывали [11]. Полностью солнечных дней в период выращивания редьки не наблюдалось.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Длина светового дня в опыте повлияла на общие физиологические процессы в растениях, в частности на количество и массу проростков. Масса отдельного проростка и масса проростков на контейнер осенью были значительно ниже (на 38,6% в 2019 г.), чем весной (таблица 2).

Очевидно, количество света было более приоритетным параметром по сравнению с его спектральным составом. В 2020 г. общее количество дней с прояснениями было большим, это отразилось на количестве и массе проростков. Эти показатели были выше как весной, так и осенью во всех вариантах опыта.

В оптимальных условиях водно-воздушного режима весной 2019 г. досвечивание проростков микрозелени редьки масличной (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка) фитолампами СД 3к:1с оказало стимулирующее воздействие на их рост и развитие (таблица 2). Осенью всхожесть семян снизилась, развитие растений было более слабым при дневном свете, то же количество воды оказалось избыточным.

Таблица 1. Соотношение солнечных и пасмурных дней в периоды опытов (дней)
Table 1. The ratio of sunny and cloudy days during the periods of experiments (days)

Даты опыта	Число дней			Изменение длины светового дня, час
	облачно с прояснениями	пасмурно	дождь	
15.03.2019–23.03.2019	2	1	3	↑* 11.14–12.00
05.10.2019–13.10.2019	-	2	4	↓ 11.25–10.48
16.03.2020–24.03.2020	3	3	-	↑ 11.53–12.28
05.10.2020–13.10.2020	4	2	-	↓ 11.17–10.42

Примечание: * — ↑↓ — увеличение и уменьшение длины светового дня

Таблица 2. Влияние света на количество и массу проростков редьки масличной
Table 2. Influence of light on the number and weight of seedlings of oil radish

Период проведения опыта	Посев 15.03.2019, анализ 23.03.2019		Посев 05.10.2019, анализ 13.10.2019			
	Дневной свет	Дневной свет + фитолампы СД (3к:1с)	Дневной свет	Дневной свет + фитолампы СД (7к:1с)		
Количество проростков, шт.	408	431	299	295		
Масса проростков, г	42,6	53,3	26,2	23,9		
НСР _{0,5}	0,95		1,59			
Период проведения опыта	Посев 16.03.2020, анализ 24.03.2020			Посев 05.10.2020, анализ 13.10.2020		
	Дневной свет	Дневной свет + фитолампы СД		Дневной свет	Дневной свет + фитолампы СД	
(3к:1с)		(7к:1с)	(3к:1с)		(7к:1с)	
Количество проростков, шт.	435	459	440	336	368	307
Масса проростков, г	45,2	48,6	46,3	31,9	35,6	32,7
НСР _{0,5}	1,97			1,66		

Применение фитоламп СД 7к:1с оказало угнетающее воздействие.

В 2020 г. в марте и октябре применялись оба варианта фитоламп. В результате установлено позитивное действие дополнительного освещения проростков редьки масличной фитолампами СД 3к:1с. Дополнительное освещение фитолампами СД 7к:1с на стадии проростков было малоэффективным. Оно практически не повлияло на рост проростков в оба срока опыта 2020 г. Вероятно, это связано с тем, что на первых этапах развития рас-

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.

2020 г. Это связано с тем, что на первых этапах развития растениям требуется больше синего света.

3. Фактическая разность массы проростков редьки масличной (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg.*, сорт Тамбовчанка) между вариантами опыта больше величины НСР_{0,5}, что показывает достоверное увеличение их массы в случае применения дополнительного освещения фитолампами при соотношении красных и синих светодиодов 3:1 при разной длине светового дня.

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. В. А. Васильева, А. И. Головня, Л. А. Соколова Ландшафтное проектирование земельного участка. *Материалы Научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием: Материалы докладов*, Калуга, 25 апреля 2018 года. – Калуга: ИП Якунин Алексей Викторович, 2018. 65-68.
2. Sprouts and microgreens: Trends, opportunities, and horizons for novel research. A. Galieni, B. Falcinelli, A. Datti [et al.]. *Agronomy*. 2020. 10; (9). 1424. – DOI 10.3390/agronomy10091424
3. Growth and Nitrogen Uptake of Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) Microgreens in A Combination of Manure and Biochar Planting Media . B. Efendi, Supriyono, W. S. Dewi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Majalengka, West Java, 20–22 ноября 2019 года. Majalengka, West Java, 2020. P. 012018. – DOI 10.1088/1755-1315/466/1/012018. – EDN SWESVC .
4. Current Review of the Modulatory Effects of LED Lights on Photosynthesis of Secondary Metabolites and Future Perspectives of Microgreen Vegetables. O. Alrifai, R. Tsao, X. Hao, M. F. Marcone. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019. 67 (22): P. 6075-6090. – DOI 10.1021/acs.jafc.9b00819. – EDN PCWOOU.
5. Evaluation of growth and nutritional value of Brassica microgreens grown under red, blue and green LEDs combinations. K. Y. Kamal, A. A. Salam, S. M. A. I. Ash-Shormillesy [et al.]. *Physiologia Plantarum*. 2020. 169 (4); P. 625-638. – DOI 10.1111/ppl.13083. – EDN MJZHFK (in Eng.).

REFERENCES

1. V. A. Vasilyeva, A. I. Golovnya, L. A. Sokolova. Landscape design of a land plot. *Proceedings of the Scientific and Practical Conference of the KF RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev with international participation: Materials of reports*, Kaluga, April 25, 2018. - Kaluga: IP Yakunin Alexey Viktorovich, 2018. 65-68. (In Russian.)
2. Sprouts and microgreens: Trends, opportunities, and horizons for novel research. A. Galieni, B. Falcinelli, A. Datti [et al.]. *Agronomy*. 2020. 10; (9). – P. 1424. – DOI 10.3390/agronomy10091424.
3. Growth and Nitrogen Uptake of Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) Microgreens in A Combination of Manure and Biochar Planting Media . B. Efendi, Supriyono, W. S. Dewi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Majalengka, West Java, 20–22 ноября 2019 года. Majalengka, West Java, 2020. P. 012018. – DOI 10.1088/1755-1315/466/1/012018. – EDN SWESVC .
4. Current Review of the Modulatory Effects of LED Lights on Photosynthesis of Secondary Metabolites and Future Perspectives of Microgreen Vegetables. O. Alrifai, R. Tsao, X. Hao, M. F. Marcone . *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019: 67 (22); 6075-6090. – DOI 10.1021/acs.jafc.9b00819. – EDN PCWOOU.
5. Evaluation of growth and nutritional value of Brassica microgreens grown under red, blue and green LEDs combinations. K. Y. Kamal, A. A. Salam, S. M. A. I. Ash-Shormillesy [et al.]. *Physiologia Plantarum*. 2020. 169(4): 625-638. – DOI 10.1111/ppl.13083. – EDN MJZHFK (in Eng.).

6. Кондрашова М.В., Попова В.С., Золотарев В.В., Соколова Л.А. Плотность популяции как экологический и экономический факторы выращивания микрозелени. В сборнике: *Вклад студентов в развитие аграрной науки. Сборник статей студенческой научно-практической конференции.* 2019; 6-9

7. Соколова Л.А., Васильева В.А. Влияние нормы высева и субстратов на выращивание микрозелени редьки масличной. *Аграрная наука.* 2021. 6. 65-68.

8. Малахова С.Д., Тютюнькова М.В., Федорова З.С., Демьяненко Е.В. Светодиодное освещение при выращивании овощных культур. *Проблемы региональной экологии,* 2019, 5. 29-33.

9. Фитосветильники и фитолампы Тульский производитель - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.tula/rasteniya/fitosvetilniki_i_fitolampy_tulskiy_proizvoditel_1483057067.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5 изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Восход и заход солнца в Калуге – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://voshod-solnca.ru/sun/%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0>.

6. Kondrashova M.V., Popova V.S., Zolotarev V.V., Sokolova L.A. Population density as an ecological and economic factor in growing microgreens. In the collection: *The contribution of students to the development of agricultural science. Collection of articles of student scientific-practical conference.* 2019. - p. 6-9. (In Russian.).

7. Sokolova L.A., Vasilyeva V.A. Influence of seeding rate and substrates on the cultivation of oil radish microgreens. *Agrarian science.* 2021. 6. 65-68. (In Russian.).

8. Malakhova S.D., Tyutyunkova M.V., Fedorova Z.S., Demyanenko E.V. LED lighting in the cultivation of vegetable crops. *Problems of regional ecology.* 2019, 5; 29-33. (In Russian.).

9. Phytolamps and phytolamps Tula manufacturer - [Electronic resource] - Access mode: https://www.tula/rasteniya/fitosvetilniki_i_fitolampy_tulskiy_proizvoditel_1483057067. (In Russian.)

10. Dospechov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). - 5th ed., add. and reworked. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

11. Sunrise and sunset in Kaluga - [Electronic resource] - Access mode: <https://voshod-solnca.ru/sun/%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0> (In Russian.).

ОБ АВТОРАХ:

Лариса Александровна Соколова, кандидат биологических наук, доцент Калужского филиала Российского государственного аграрного университета Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0003-3179-6112>, тел. 89105947224, e-mail: chaika12@gmail.com

Вера Алексеевна Васильева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Калужского филиала Российского государственного аграрного университета - Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0002-8131-6554>, тел. 89066456629, e-mail: vasileva.vera.a@gmail.com

Алексей Андреевич Слипец, кандидат биологических наук, доцент Калужского филиала Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0002-6892-3368>, тел. 89105947224, e-mail: slipets@bk.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Larisa Alexandrovna Sokolova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, <https://orcid.org/0000-0003-3179-6112>,

тел. 89105947224, e-mail: chaika12@gmail.com

Vera Alekseevna Vasilyeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, <https://orcid.org/0000-0002-8131-6554>, тел. 89066456629, e-mail: vasileva.vera.a@gmail.com

Alexey Andreevich Slipets, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, <https://orcid.org/0000-0002-6892-3368>, тел. 89105947224, e-mail: slipets@bk.ru

Форум и выставка по глубокой переработке зерна и промышленной биотехнологии «Грэйнтек»

Грэйнтек
Форум и экспо по глубокой переработке зерна и биозащиты

+7 (495) 585-5167 | info@graintek.ru | www.graintek.ru

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 16-17 ноября 2022 года в отеле Холидей Инн Лесная Москва

В фокусе Форума – практические аспекты глубокой переработки зерна как для производства продуктов питания и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Темы Форума: производство и рынок нативных и модифицированных крахмалов, клейковины, сиропов, органических кислот, аминокислот (лизин, треонин, триптофан и тд), сахарозаменителей (сорбит, ксилит, маннит) и других химических веществ.

18 ноября 2022 года пройдет семинар «ГрэйнЭксперт», посвященный практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.



УДК 635.071

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-157-160

И. Р. Воронкова¹, ✉
В. В. Рзаева²¹ ООО «ТК ТюменьАгро», д. Нариманова,
Тюменская область, Российская
Федерация² Государственный аграрный университет
Северного Зауралья, Тюмень, Российская
Федерация

✉ voronkova@ghgt.ru

Поступила в редакцию:
28.04.2022Одобрена после рецензирования:
31.08.2022Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-157-160

Irena R. Voronkova¹, ✉
Valentina V. Rzaeva²¹ TK TyumenAgro LLC, v. Narimanova,
Tyumen region, Russian Federation² State Agrarian University of the Northern
Trans-Urals, Tyumen, Russian Federation

✉ voronkova@ghgt.ru

Received by the editorial office:
28.04.2022Accepted in revised:
31.08.2022Accepted for publication:
15.09.2022

Роль прививки в продуктивности томата продленного оборота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель исследований: изучить влияние технологического приема (прививки) на продуктивность томатов в условиях защищенного грунта Тюменской области. Задачи исследований: на основании изучения подвоев томата для изучаемого привоя выделить наиболее продуктивный подвой для последующего применения в ООО «Тепличный комбинат «ТюменьАгро»». Предмет исследования: условия защищенного грунта. Объект исследования: гибриды томата F₁ Максеза, F₁ Трованзо и F₁ Комплис (в качестве привоев), F₁ Максифорт и F₁ Эмперадор (в качестве подвоев). В статье также приведена информация по использованию прививки при выращивании томатов в условиях защищенного грунта в ООО «Тепличный комбинат ТюменьАгро».

Методы. Продуктивность томатов учитывается с 1 м² в трехкратной повторности. Учет урожая проводится отдельно по каждому варианту по мере созревания плодов, через 5–7 суток. Результаты учета урожая обрабатываются методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова.

Результаты. В ходе исследований установлено, что выращивание гибридов томата в условиях малообъемной гидропоники при соблюдении фитосанитарных мероприятий позволяет повысить урожайность и качество плодов. Наибольшая урожайность за культурооборот 2018–2021 гг. была отмечена у растений с привоем Максеза F₁ и подвоем Эмперадор F₁, она составила 226,47 кг/м². На основании исследований будут предложены элементы новой технологии, характеризующейся значительно более высокими качественными показателями формирования продуктивности томатов.

Ключевые слова: томат, подвой, привой, прививка, корнесобственные и привитые растения, урожайность, продуктивность

Для цитирования: Воронкова И.Р., Рзаева В.В. Роль прививки в продуктивности томата продленного оборота. Аграрная наука. 2022. 362 (9): 157–160. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-157-160>

© Воронкова И.Р., Рзаева В.В.

The role of grafting in the productivity of tomato of extended cycle

ABSTRACT

Relevance. The purpose of the research: to study the effect of technological method (grafting) on tomatoes productivity in the conditions of protected soil in the Tyumen region. Research objectives: based on the study of tomato rootstocks for the studied graft, to identify the most productive rootstock for subsequent use in LLC "Greenhouse facility "TyumenAgro". Subject of research: protected ground conditions. The object of research: tomato hybrids F₁ Maxeza, F₁ Trovanzo and F₁ Complis (as grafts), F₁ Maxifort and F₁ Emperador (as a rootstocks). The article also provides information on the use of the technological method of grafting when growing tomatoes in protected soil conditions in LLC "Greenhouse facility "TyumenAgro".

Methods. The productivity of tomatoes is taken into account from 1 m² in three-fold repetition. Crop accounting is carried out separately for each option as the fruit ripens, after 5–7 days. The results of crop accounting are processed by the method of variance analysis presented by B.A. Dospekhov.

Results. In the course of research, it was found that the cultivation of tomato hybrids in conditions of low-volume hydroponics, subject to phytosanitary measures, allows to increase the yield and quality of fruits. The highest yield for the crop cycle of 2018–2021 was observed in plants with Maxeza F₁ graft and Emperador F₁ rootstock, it amounted to 226.47 kg/m². Based on the research, elements of a new technology will be proposed, characterized by significantly higher quality indicators of tomato productivity formation.

Key words: tomato, rootstock, graft, grafting, own-root and grafted plants, yield, productivity

For citation: Voronkova I.R., Rzaeva V.V. The role of grafting in the productivity of tomatoes of extended cycle. Agrarian science. 2022; 362 (9): 157–160. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-157-160> (In Russian).

© Voronkova I.R., Rzaeva V.V.

Введение / Introduction

Привитая культура томата распространена в Японии, Канаде, Бельгии, Израиле. 70% площадей теплиц в Европе высаживаются привитой культурой [1, 2].

Главная задача прививки в условиях органического земледелия — достижение толерантности к неблагоприятным условиям почвы и внешней среды, снижение пестицидной нагрузки, повышение устойчивости к вершинной гнили, повышение урожайности и качества плодов, и, как результат, — достижение высокого уровня рентабельности [3, 4, 5]. Большее распространение в тепличных хозяйствах получает прививка высокопродуктивных сортов томата, обеспечивающая привитым растениям необходимые качества [6, 7].

Исследования, направленные на изучение приема прививки томата на устойчивые подвои, представляются своевременными и перспективными не только в нашей стране, но и за рубежом. Опыт научных исследований и практического применения прививки томатов в ООО «ТюменьАгро» накапливался годами.

В тепличных условиях Тюмени актуальность прививки отражена в значительном снижении затрат на использование каких-либо дополнительных химических, биологических и механических обработок в процессе выращивания культуры. И, как следствие, получение большего объема экологически чистой продукции.

Производителям овощной продукции нужны гибриды томата с высоким потенциалом продуктивности, устойчивостью к вредителям и болезням, технологичные, с высоким качеством плодов при использовании биологических средств защиты [8–11].

Преимущества привитых растений заключаются в том, что привой может не обладать всеми видами устойчивости, некоторые из них добавляются за счет подвоя [12].

Цель исследований: изучить влияние технологического приема прививки на продуктивность томатов в условиях защищенного грунта Тюменской области.

Материал и методы исследования /

Materials and method

Исследования по влиянию прививки растений томата проводятся в ООО «ТюменьАгро» в продленном обороте с использованием гибридов Максеза F₁, Трованзо F₁ и Комплис F₁.

Поддержание микроклимата в теплицах и уход за растениями производятся автоматически. Строгий фитосанитарный контроль и использование природной защиты от вредителей позволяют отказаться от использования химических методов защиты и выращивать экологически чистую продукцию.

В исследованиях предусмотрены варианты опыта:

- 1) корнесобственные растения Максеза F₁ — контроль;
- 2) привой Максеза F₁ + подвой томата Эмперадор F₁;
- 3) привой Максеза F₁ + подвой томата Максифорт F₁;
- 4) корнесобственные растения Трованзо F₁ — контроль;

- 5) привой Трованзо F₁ + подвой томата Эмперадор F₁;
- 6) привой Трованзо F₁ + подвой томата Максифорт F₁;
- 7) корнесобственные растения Комплис F₁ — контроль;

- 8) привой Комплис F₁ + подвой томата Эмперадор F₁;
 - 9) привой Комплис F₁ + подвой томата Максифорт F₁.
- Размещение для каждого из 9 вариантов: 10 рядов площадью 1388 м².

Продуктивность томатов учитывается с 1 м² в трехкратной повторности. Учет урожая проводится отдельно по каждому варианту по мере созревания плодов, через 5–7 суток. Результаты учета урожая обрабатываются методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

За первый культурооборот 2018–2019 гг. при изучении корнесобственных растений Максеза F₁ (контроль) с подвоями Эмперадор F₁ и Максифорт F₁ прослеживается наибольшая урожайность (73,81 кг/м²) привоя Максеза F₁ с подвоем Эмперадор F₁ (превышает контроль на 7,4% и превышает вариант привоя Максеза F₁ с подвоем Максифорт F₁ на 5,1%) (таблица 1).

На привое Трованзо F₁ и прибавка составила 1,2% с подвоем Эмперадор F₁ и 2,3% с подвоем Максифорт F₁ по сравнению с корнесобственными растениями.

Сравнение растений томата Комплис F₁ показало, что корнесобственные его растения уступали растениям с подвоем Эмперадор F₁ на 5,4%, с подвоем Максифорт F₁ — на 2,8%.

Среди изучаемых корнесобственных растений томата преимущество по урожайности было за Трованзо F₁ с превышением над Максеза F₁ на 2,7% и над Комплис F₁ — на 0,4%.

Рассматривая растения томата с различным привоем (Максеза F₁, Трованзо F₁, Комплис F₁) и различным подвоем (Эмперадор F₁, Максифорт F₁) отмечаем, что привой Максеза F₁ с подвоем Эмперадор F₁ дали наи-

Таблица 1. Урожайность томатов с октября по июль, кг/м²

Table 1. Tomato yield From October to July, kg/m²

Вариант	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.	2018–2021 гг.
Корнесобственные растения Максеза F ₁ — контроль	68,36	72,60	67,49	69,48
Привой Максеза F ₁ + подвой томата Эмперадор F ₁	73,81	79,63	73,03	75,49
Привой Максеза F ₁ + подвой томата Максифорт F ₁	70,10	76,30	69,18	71,86
Корнесобственные растения Трованзо F ₁ — контроль	70,20	75,41	68,71	71,44
Привой Трованзо F ₁ + подвой томата Эмперадор F ₁	71,03	76,28	68,14	71,82
Привой Трованзо F ₁ + подвой томата Максифорт F ₁	71,86	75,59	68,88	72,11
Корнесобственные растения Комплис F ₁ — контроль	68,64	73,00	66,85	69,50
Привой Комплис F ₁ + подвой томата Эмперадор F ₁	72,40	78,42	69,70	73,51
Привой Комплис F ₁ + подвой томата Максифорт F ₁	70,62	74,40	65,94	70,32
HCP ₀₅	1,49	1,81	1,68	1,66
r	0,92917867	0,97832355	0,94802241	1,0

большую урожайность в сравнении с другими изучаемыми привоями и подвоями.

На растениях томата привоя Максеза F_1 большей урожайностью характеризуется подвой Эмператор F_1 , она была на 5,3% больше, чем с подвоем Максифорт F_1 .

Растения томата привоя Трованзо F_1 с подвоем Максифорт F_1 сформировали урожайность на 1,1% больше, чем с подвоем Эмператор F_1 . Растения томата Комплис F_1 с подвоем Эмператор F_1 дали урожайность на 2,5% больше, чем с подвоем Максифорт F_1 .

Растения с подвоем Эмператор F_1 показали большую урожайность томатов на привое Максеза F_1 : выше превышает на 3,9% результат на привое Трованзо F_1 и на 1,9% — на привое Комплис F_1 .

Максифорт F_1 в качестве подвоя показал лучшие результаты с привоем Трованзо F_1 , больше на 1,8%, чем с привоем Комплис F_1 , и на 2,5% — чем с привоем Максеза F_1 .

Разница по урожайности между корнесобственными растениями Трованзо F_1 и Максеза F_1 за культурооборот 2019–2020 гг. составила 3,9% в пользу растений Трованзо F_1 . Урожайность растений Комплис F_1 за тот же период меньше на 3,3% Трованзо F_1 .

Из полученного результата видно, что коэффициент корреляции между вариантами опыта $r = 0,92917867$.

Общая средняя урожайность томатов за культурооборот 2019–2020 гг. растений Максезы F_1 с подвоем Эмператор F_1 является максимальной урожайностью, полученной за три культурооборота среди всех вариантов опыта. При сравнении растений томата Максеза F_1 (контроль) с растениями с подвоем Максифорт F_1 была отмечена разница 5,1% в пользу привитых растений с подвоем Максифорт F_1 ; аналогично отмечена разница 9,7% в пользу растений с подвоем Эмператор F_1 .

Наименьший показатель урожайности у корнесобственных растений Трованзо F_1 — 75,41 кг/м², что меньше растений с подвоем Эмператор F_1 на 1,2% и меньше растений с подвоем Максифорт F_1 на 0,2%.

За тот же период урожайности растений с привоем Комплис F_1 и подвоем Эмператор F_1 составила 78,42 кг/м², что больше растений с привоем Комплис F_1 и подвоем Максифорт F_1 на 5,4% и больше корнесобственных растений Комплис F_1 на 7,4%.

На растениях томата привоя Максеза F_1 большей урожайностью отличался подвой Эмператор F_1 , его результат был выше, чем у подвоя Максифорт F_1 на 4,4%. Растения томата привоя Трованзо F_1 с подвоем Максифорт F_1 сформировали урожайность на 0,9% меньше, чем с подвоем Эмператор F_1 .

Растения томата Комплис F_1 с подвоем Эмператор F_1 показали урожайность на 5,4% больше, чем вариант с привоем Комплис F_1 и подвоем Максифорт F_1 .

Растения с подвоем Эмператор F_1 дали большую урожайность томатов на привое Максеза F_1 : выше на 4,4%, чем на привое Трованзо F_1 , и на 1,5%, чем на привое Комплис F_1 .

Максифорт F_1 в качестве подвоя показал лучшие результаты с привоем Максеза F_1 : больше на 0,9%, чем с привоем Трованзо F_1 , и на 2,5%, чем с привоем Комплис F_1 .

Из полученного результата видно, что коэффициент корреляции между вариантами опыта $r = 0,978323559$.

За культурооборот 2020–2021 гг. урожайность корнесобственных растений Максеза F_1 — 67,49 кг/м², что на 1,8% меньше корнесобственных растений Трованзо F_1 и на 0,9% больше корнесобственных растений Комплис F_1 . Наибольшая урожайность за этот период по-прежнему

была отмечена у растений с привоем Максеза F_1 и подвоем Эмператор F_1 , она составила 73,03 кг/м², что больше контроля на 8,2% и больше растений с привоем Максеза F_1 и подвоем Максифорт F_1 на 5,6%.

Наименьшая урожайность среди привитых была у растений с привоем Комплис F_1 и подвоем Максифорт F_1 — 65,94 кг/м², что меньше контроля на 1,4%. Урожайность растений с привоем Комплис F_1 и подвоем Эмператор F_1 превышала контроль на 4,3%.

Сравнение растений томата Трованзо F_1 показало, что урожайность среди корнесобственных и привитых растений отличалась незначительно, контроль превышал растения с подвоем Эмператор F_1 на 0,8% и уступал растениям с подвоем Максифорт F_1 на 0,2%.

На растениях томата привоя Максеза F_1 большую урожайность показал подвой Эмператор F_1 , результат был лучше, чем с подвоем Максифорт F_1 на 5,6%.

Растения томата привоя Трованзо F_1 с подвоем Максифорт F_1 сформировали урожайность больше на 1,1%, чем вариант с подвоем Эмператор F_1 . Растения томата Комплис F_1 с подвоем Эмператор F_1 показали урожайность на 5,7% выше, чем с подвоем Максифорт F_1 .

Растения с подвоем Эмператор F_1 показали самую высокую урожайность на привое Максеза F_1 , что больше на 7,2%, чем на привое Трованзо F_1 и на 4,7%, чем на привое Комплис F_1 .

Максифорт F_1 в качестве подвоя показал лучшие результаты с привоем Максеза F_1 : выше на 0,4%, чем с привоем Трованзо F_1 , и на 4,9%, чем с Комплис F_1 .

Из полученного результата видно, что коэффициент корреляции между вариантами опыта $r = 0,948022416$.

За три культурооборота среди корнесобственных растений наибольшая средняя урожайность была отмечена у растений Трованзо F_1 — 71,44 кг/м², что больше растений Максеза F_1 на 2,8% и растений Комплис F_1 на 2,7%.

Также за три культурооборота была отмечена наибольшая урожайность среди всех вариантов у растений с привоем Максеза F_1 и подвоем Эмператор F_1 (75,49 кг/м²), что превышает контроль на 8,6%. При сравнении корнесобственных растений Максеза F_1 и растений с привоем Максеза F_1 и подвоем Максифорт F_1 отмечается разница в 3,4% в пользу привитых растений.

Вариант с привоем Трованзо F_1 и подвоем Эмператор F_1 показал результат 71,82 кг/м², что больше контроля на 0,5%, а также меньше варианта с подвоем Максифорт F_1 на 0,9%.

Сравнение растений томата Комплис F_1 показало, что корнесобственные его растения уступали растениям с подвоем Максифорт F_1 на 1,2%, а растениям с подвоем Эмператор F_1 — на 5,8%.

За три культурооборота 2018–2021 гг. урожайность растений с подвоем Эмператор F_1 была максимальной с привоем Максеза F_1 (75,49 кг/м²), что больше, чем с привоем Трованзо F_1 , на 5,1%, и чем с привоем Комплис F_1 , на 2,7%.

У растений с подвоем Максифорт F_1 разница по урожайности за три культурооборота между привоями Трованзо F_1 и Комплис F_1 составила 2,3% в пользу растений с привоем Трованзо F_1 . Растения с привоем Максеза F_1 показали средний результат среди растений с подвоем Максифорт F_1 — 71,86 кг/м².

На растениях томата привоя Максеза F_1 по-прежнему большей урожайностью отличается подвой Эмператор F_1 , он превышает подвой Максифорт F_1 на 5,1%. У растений томата Комплис F_1 с подвоем Эмператор F_1 отмечена урожайность выше на 4,5%, чем с подвоем Максифорт F_1 .

Растения с подвоем Эмператор F₁ показали большую урожайность томатов на привое Максеца F₁, что на 5,1%, чем на привое Трованзо F₁, и на 2,7%, чем на привое Комплис F₁.

Из полученного результата видно, что коэффициент корреляции между вариантами опыта $r = 1,0$.

Выводы / Conclusion

За три культурооборота 2018–2021 гг. растения с привоем Максеца F₁ и подвоем Эмператор F₁ показали максимальную урожайность среди всех вариан-

тов. По итогу культурооборота 2018–2019 гг. общая средняя урожайность варианта с привоем Максеца F₁ и подвоем Эмператор F₁ составила 73,81 кг/м². За культурооборот 2019–2020 гг. урожайность растений с привоем Максеца F₁ и подвоем Эмператор F₁ составила 79,63 кг/м², а за культурооборот 2020–2021 гг. — 73,03 кг/м².

Установлено, что выращивание гибрида томата Максеца F₁ с подвоем Эмператор F₁ в условиях защищенного грунта Тюменской области позволяет получить урожайность до 79,63 кг/м² при $r = 1,0$.

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. Techniques de Greffage des Légumes - *Solution à Maîtriser les Maladies Provenant du Sol*, 2006, coryright Agence de Japonaise de Cooperation Internationale, 11-17.
2. Рогова, Н. Д. 1,5 млн. т. тепличных овощей к 2020 году. *Гавриш*. 2018. 1. 11.
3. Комарова А. О., Карпукхин М. Ю. Выращивание томатов на маломобъемной гидропонике. *Молодежь и наука*. 2018. 7. 6.
4. Гиш, Р. А. и др. О работе по моделированию гибридов томата для пленочных теплиц. *Теплицы России*. 2018. 3. 28-30.
5. Толмачева О.А. К вопросу о выращивании качественной рассады. *Гавриш*. 2005. 6. 18-20.
6. Еременко И.Е. Технологический прием прививки в регулировании эффективного выращивания томата при возделывании маломобъемным способом в условиях защищенного грунта: автореф. дис. ... на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2011.
7. Велижанов, Н. М. Результаты испытаний новых штамбовых сортов томата в условиях Республики Дагестан. *Аграрный научный журнал*. 2019. 7. 4-7.
8. Литвинов С.С. Нурметов Р.Д. Защищенный грунт: стратегия развития. *Картофель и овощи*. 2013. 10. 10-11.
9. Байделюк Е.С. Урожайность томата при обработке биопрепаратами. *Овощи России*. 2015. 2. 91-93.
10. Цыдендамбаев А.Д. Тепличный практикум: «Томаты: технология» (*дайджест журнала «Мир теплиц»*). М., 2018. 118
11. Особенности формирования урожайности томата в защищенном грунте Удмуртской республики. Т. Н. Тутова, Е. В. Соколова, Л. А. Несмелова, Т. Е. Иванова. *Овощи России*. 2020. 2. 62-67.
12. Воронкова, И. Р. Влияние технологического приема прививки на развитие и продуктивность томата в условиях защищенного грунта Тюменской области. И. Р. Воронкова. *Новый взгляд на развитие аграрной науки: Сборник материалов Научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 16 апреля 2021 года*. Тюмень, 2021. 6-23.

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Ринатовна Воронкова, аспирант, ведущий агроном по защите растений Общество с ограниченной ответственностью «Тепличный Комбинат ТюменьАгро», 3, Медовая, деревня, Нариманова. Тюменская область, 625551, Российская Федерация E-mail: voronkova@ghgt.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1837-7802>, 8-982-929-7795.

Валентина Васильевна Рзаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 7, ул. Республики, Тюмень, 625003, Российская Федерация E-mail: valentina.rzaeva@yandex.ru, тел. 8-905-857-2487.

REFERENCES

1. Techniques de Greffage des Légumes - *Solution à Maîtriser les Maladies Provenant du Sol*, 2006, coryright Agence de Japonaise de Cooperation Internationale, page 11-17.
2. Rogova, N. D. 1.5 million tons of greenhouse vegetables by 2020. *Gavrih*. 2018. 1. 11. (In Russian.)
3. Komarova A. O., Karpukhin M. Yu. Growing tomatoes on low-volume hydroponics. *Youth and science*. 2018. 7. 6. (In Russian).
4. Gish, R. A. et. al. About the work on modeling tomato hybrids for film greenhouses. *Greenhouses of Russia*. 2018. 3. 28-30. (In Russian).
5. Tolmacheva O.A. On the issue of growing high-quality seedlings. *Gavrih*. 2005. 6. 18-20. (In Russian).
6. Eremenko I.E. Technological method of vaccination in regulating the effective cultivation of tomatoes when cultivated in a low-volume way in protected soil conditions: abstract. dis. ... for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Volgograd, 2011. (In Russian)
7. Velizhanov, N. M. Test results of new tomato strain varieties in the conditions of the Republic of Dagestan. *Agrarian Scientific Journal*. 2019. 7. 4-7. (In Russian).
8. Litvinov S.S. Nurmetov R.D. Protected ground: development strategy. *Potatoes and vegetables*. 2013. 10. 10-11. (In Russian).
9. Baidelyuk E.S. Tomato yield during processing with biopreparations. *Vegetables of Russia*. 2015. 2. 91-93. (In Russian)
10. Tsyendambayev A.D. Greenhouse workshop: "Tomatoes: technology" (digest of the magazine "World of greenhouses"). Moscow, 2018. 118 (In Russian).
11. Features of tomato yield formation in the protected soil of the Udmurt Republic. T. N. Tutova, E. V. Sokolova, L. A. Nesmelova, T. E. Ivanova. *Vegetables of Russia*. 2020. 2. 62-67. (In Russian)
12. Voronkova, I. R. The influence of technological inoculation on the development and productivity of tomatoes in the conditions of protected soil of the Tyumen region. I. R. Voronkova. *A new look at the development of agricultural science: A collection of materials of the Scientific and practical conference of graduate students and young scientists, Tyumen, April 16, 2021*. Tyumen, 2021. 6-23. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Irena Rinatovna Voronkova, PhD student, leading agronomist for plant Protection Limited Liability Company "TyumenAgro Greenhouse Plant", 3, Medovaya, Narimanov village. Tyumen region, 625551, Russian Federation E-mail: voronkova@ghgt.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1837-7802>, 8-982-929-7795.

Valentina Vasilyevna Rzaeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State Agrarian University of the Northern Urals", 7, st. Republic, Tyumen, 625003, Russian Federation

E-mail: valentina.rzaeva@yandex.ru ,
Tel. 8-905-857-2487.

УДК 633.412: 633.432

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166

И.В. Сычёва, ✉
С.М. Сычёв,
Н.С. Шпилёв,
С.Н. Поцепай

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ i.sychyova@mail.ru

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166

Irina V. Sychyova, ✉
Sergey M. Sychyov,
Nikolai S. Shpilev,
Svetlana N. Potsepai

Bryansk State Agrarian University, p.v.
Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ i.sychyova@mail.ru

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Особенности выращивания столовой свеклы и моркови в условиях юго-западной части Центрального региона Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методика. В статье представлены результаты изучения хозяйственно ценных признаков свеклы столовой и моркови при выращивании в условиях юго-западной части Центрального региона РФ. Целью научных исследований было проведение фитосанитарного мониторинга культур, изучение видового состава вредных организмов и относительной устойчивости сортов и гибридов овощных корнеплодных культур к доминантным вредным организмам в условиях Брянской области. Проведена оценка корнеплодов столовой свеклы и моркови по уровню накопления экотоксикантов при выращивании. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в полевом стационаре Брянского ГАУ.

Результаты. В результате проведения исследований установлен видовой состав вредных организмов на сортообразцах свеклы и моркови столовой. В условиях Брянской области по признакам «масса корнеплода» и «товарная урожайность» в среднем за годы исследований выделены сорта и гибриды столовой моркови Марс F₁, Купар F₁, Надежда F₁, Шантенэ королевская, Нанте, Минор. Незначительная заселенность ивово-морковной тлей — *Cavariella aegopodii* (Scop.) — установлена на растениях сортов Нанте, Нантская 4, Марлинка, Минор и гибрида Надежда F₁. По результатам биохимического анализа выделен сорт Нанте с высоким содержанием каротина (185,1 мг/кг), сухого вещества (13,3%), низким накоплением экотоксикантов и относительной устойчивостью к вредителям. Установлено, что развитие церкоспороза столовой свеклы (R) отмечено на уровне от 1,6 до 11,3%, при этом распространенность болезни находилась в пределах от 22,7 до 76,9%. Незначительно были поражены сортообразцы Мулатка, Любава, Нежность (R 1,2–2,4%). Высокая степень распространенности заболевания отмечена у сортообразцов Несравненная, Госпадыня, Бордо 237. По ряду ценных признаков и устойчивости к вредным организмам были выделены образцы Мулатка, Креолка, Госпадыня, Любава, Несравненная.

Ключевые слова: морковь столовая, свекла столовая, хозяйственно ценные признаки, фитосанитарный мониторинг, сортообразцы

Для цитирования: Сычёва И.В., Сычёв С.М., Шпилёв Н.С., Поцепай С.Н. Особенности выращивания столовой свеклы и моркови в условиях юго-западной части Центрального региона РФ. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 161–166. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166>

© Сычёва И.В., Сычёв С.М., Шпилёв Н.С., Поцепай С.Н.

Features of growing red beet and carrot in the conditions of the south-western part of the Central region of the Russian Federation

ABSTRACT

Relevance and methodology. The article presents the results of the study of economically valuable signs of red beet and carrot when grown in the conditions of the south-western part of the Central region of the Russian Federation. The aim of scientific researches was to conduct phytosanitary monitoring of crops, study the species composition of harmful organisms and the relative resistance of varieties and hybrids of vegetable root crops to harmful organisms in the Bryansk region. The estimation on level of ecotoxicant accumulation during cultivation was carried out. The researches were carried out in 2018–2020 in the stationary field of the Bryansk State Agrarian University.

Results. As a result of the researches, the species composition of harmful organisms on the variety samples of red beet and garden carrot was established. In the conditions of the Bryansk region, according to the signs of "root crop mass" and "commercial yield" on average over the years of research varieties and hybrids of garden carrots Mars F₁, Kupar F₁, Nadezhda F₁, Shantene korolevskaya, Nante, Minor were identified. Insignificant population of willow-carrot aphid — *Cavariella aegopodii* (Scop.) — was established on plants of varieties Nante, Nantskaya 4, Marlinka, Minor and hybrid Nadezhda F₁. The Nante variety with a high content of carotene (185.1 mg/kg), dry matter (13.3%), low accumulation of nitrates (11.0 mg/kg) and relative resistance to pests was selected according to the results of biochemical analysis. The development of red beet cercosporosis (R) was found to be at a level of 1.6 to 11.3%, while the prevalence of the disease ranged from 22.7 to 76.9%. The variety samples Mulatka, Lyubava and Nezhnost (R 2–2.4%) were slightly affected. A high degree of the disease prevalence was noted in the varieties Nesravnennaya, Gospadynya, Bordo 237. The samples Mulatka, Kreolka, Gospadynya, Lyubava, Nesravnennaya were selected according to the mass of the root crop and resistance to harmful organisms.

Key words: garden carrot, red beet, economically valuable signs, phytosanitary monitoring, variety samples

For citation: Sychyova I.V., Sychyov S.M., Shpilev N.S., Potsepai S.N. Features of growing red beet and carrot in the conditions of the south-western part of the Central region of the Russian Federation. Agrarian science. 2022; 362 (9): 161–166. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-161-166> (In Russian).

© Sychyova I.V., Sychyov S.M., Shpilev N.S., Potsepai S.N.

Введение / Introduction

Свекла столовая и морковь — это древнейшие корнеплодные овощные культуры, которые человечество начало выращивать более 4 тыс. лет назад. Корнеплоды этих культур обладают высокими диетическими и вкусовыми качествами. Эти культуры, входящие в так называемый «борщевой набор», занимают лидирующее место по посевной площади и производству среди овощей в Российской Федерации. Важное значение для сохранения урожайности, качества корнеплодов имеет изучение видового состава вредителей и болезней культур, их вредоносности [1, 2]. В последние десятилетия усиливается степень антропогенной нагрузки на агроландшафт в связи с увеличивающимся притоком в окружающую среду экотоксикантов (тяжелых металлов, нитратов и др.). Ориентировочная численность населения в РФ, подверженного наиболее выраженному влиянию на состояние здоровья комплексной химической нагрузки, определяемой загрязнением продуктов питания, питьевой воды, атмосферного воздуха и почвы, составляет более 100 млн человек. В связи с этим проблема качества растениеводческой продукции приобретает новый аспект — она должна иметь не только сбалансированный химический состав и обладать относительной устойчивостью к вредным организмам, но и являться экологически безопасной [3, 4]. Данная проблема особенно важна для овощей, так как овощная продукция наряду с высокой питательностью подчас может содержать высокие концентрации экотоксикантов. На современном этапе развития аграрной науки и сельского хозяйства важной проблемой является осуществление фитосанитарного мониторинга при выращивании сельскохозяйственных культур, что позволяет выявлять доминантные вредные организмы и разрабатывать экологически обоснованные интегрированные системы защиты растений, а также снижать объемы массового и часто неэффективного применения пестицидов [5, 6, 7].

В связи с этим цель наших исследований — подбор адаптивных сортов и гибридов корнеплодных овощных культур с проведением фитосанитарного мониторинга, изучение видового состава вредных организмов и относительной устойчивости столовой свеклы и моркови к наиболее опасным вредным организмам в условиях Брянской области, а также оценка корнеплодов столовой свеклы и моркови по уровню накопления экотоксикантов.

Материал и методы исследования / Materials and method

Экспериментальные исследования проводили в течение 2018–2020 гг. на стационарном полевом опыте, в учебно-научной лаборатории по защите растений кафедры агрономии, селекции и семеноводства и в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ. Объекты исследований — сортообразцы столовой свеклы Любава, Бордо 237, Госпадыня, Несравненная, Нежность, Мулатка, Креолка и моркови столовой Марс F₁, Нанте, Надежда F₁, Купар F₁, Нантская 4, Минор, Шантенэ королевская, Марлинка, Шантенэ 2461 селекции ФГБНУ «ФНЦО» и агрохолдинга «Поиск».

Посев семян корнеплодных культур проводили в первой декаде мая в 2018–2020 гг. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений, учет урожая [8, 9, 10]. Площадь учетной делянки составляла 10 м². Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности исследовали по 100 растений. Почва стационара — серая лесная, среднесуглинистого гранулометрического состава, средне окультурена. Подстилающая порода — лессовидные суглинки, достаточно проницаемые для воды и воздуха. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляет 3,5–3,6% (по Тюрину); подвижного фосфора — 280–320 мг/кг; обменного калия — 178–195 мг/кг (по Кирсанову); реакция почвенного раствора pH_{KCl} — 5,5–5,6.

При анализе многолетних данных агрометеорологической станции Брянского ГАУ установлено, что среднегодовая температура воздуха составляет 7,5 °С, сумма активных положительных температур колеблется от 2450 до 2730 °С. Отмечены годы с достаточным увлажнением и неравномерным выпадением осадков в весенне-летний период — в среднем 690 мм осадков в год. Наибольшее их количество — более 30% от годового — выпадает в летний период, что составляет в среднем 228 мм.

Среднесуточная температура за годы исследований составила в среднем 13,2–15,2 °С и не превышала среднемесячные значения. Однако следует отметить значительные колебания атмосферных осадков и ГТК в мае 2018 г. При этом сумма атмосферных осадков составила 21,2 мм, а ГТК — 0,44, что свидетельствует о наличии дефицита почвенной влаги. Колебания среднесуточных температур в июне — июле 2020 г. способствовали интенсивному развитию церкоспороза на свекле столовой. Сумма эффективных температур в 2018 г. составила 2813,4 °С, сумма осадков за вегетационный период — 335,0 мм, в 2019 г. — соответственно 2653,8 °С и 346,9 мм, а в 2020 г. — 2516,0 °С и 347,1 мм (табл. 1).

Агротехника при выращивании корнеплодных культур — общепринятая в условиях юго-западной части Центрального региона РФ.

Норма высева калиброванных семян — 3–4 кг/га (столовая морковь), 6–8 кг/га (столовая свекла), схема посева — рядовой посев с междурядьями 70 см. При проведении исследований оценивали динамику нарастания и отмирания листьев, морфологические особенности листового аппарата. В фазе 2 и 4 пар листьев определяли площадь листового аппарата. Среднюю

Таблица 1. Характеристика метеорологических условий в 2018–2020 гг. (по данным метеостанции Брянского ГАУ)

Table 1. Characteristics of meteorological conditions in 2018–2020 (according to the weather station of the Bryansk SAU)

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С			Сумма атмосферных осадков по месяцам, мм			ГТК		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Апрель	8,9	9,1	7,9	27,7	19,6	23,6	1,82	1,27	2,02
Май	17,4	16,2	12,9	21,2	103,3	48,9	0,44	2,11	1,35
Июнь	17,8	21,0	16,4	73,0	63,4	48,6	1,37	1,00	1,02
Июль	19,6	17,3	18,2	162,7	100,1	137,9	2,67	1,86	2,44
Август	19,9	17,1	20,0	12,2	34,5	51,6	0,20	0,66	0,84
Сентябрь	15,6	12,8	13,5	38,1	26,0	39,5	0,90	0,81	0,97
Σt > 10 °С	2813,4	2653,8	2516,9	Σ335,0	Σ346,9	347,1			

массу корнеплода, ботвы, технологические качества корнеплода устанавливали перед уборкой на учетных площадях всех делянок и повторений. Для этого выкапывали по 4 растения с каждого рядка по обеим диагоналям делянки. Затем определяли общую массу растений в пробе, массу корнеплода и листьев. Урожай учитывали со всей площади делянки [4, 6, 8].

Фенологию и численность вредителей изучали по общепринятым методикам (метод желтых чашек — сосудов Мёрике, кошение энтомологическим сачком). Фитосанитарный мониторинг проводили в соответствии с разработанной системой наблюдений и учетов. Изучение распространенности болезней проводили с помощью визуального осмотра с переносом пораженного объекта в лабораторные условия с последующим микроскопированием с помощью метода световой микроскопии с фиксацией («Микромед 3–20») и идентификацией видового состава патогенов. Количественное содержание тяжелых металлов в корнеплодах столовой свеклы определяли атомно-адсорбционным методом. Для количественного определения содержания нитратов использовали ионометрический метод. Математическую обработку полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова. Для статистической обработки экспериментальных данных использованы общепринятые методы прикладная программа «Microsoft Excel 2010».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В современных условиях технологии возделывания столовых корнеплодов требуют тщательного подбора сортов и их адаптивности к природно-климатическим факторам конкретного региона, устойчивости к вредным организмам [11]. Система учетов вредителей и болезней столовой свеклы в условиях Нечерноземья России позволяет изучить видовой состав вредных организмов, выявить наиболее вредоносные виды фитофагов с изучением особенностей их биологии, экологии и динамики численности, а также распространенность и развитие основных болезней на естественном инфекционном фоне.

Из вредителей на посевах столовой свеклы отмечена незначительная заселенность свекловичной листовой тлей — *Aphis fabae* Scop., обыкновенной свекловичной блошкой — *Chaetocnema concinna* Marsh., обыкновенным свекловичным долгоносиком — *Bothynoderes punctiventris* Germ., серым свекловичным клопом — *Polymerus cognatus* (Fieber), свекловичной мухой — *Pegomyia betae* (Curtis). Численность вредителей не превышала экономический порог вредоносности (ЭПВ). В результате проведенных учетов выявлены следующие заболевания столовой свеклы: корневая свеклы (возбудители — *Aphanomyces cochlioides* Drechs., *Pythium ultimum* Trow., *Pythium debaryanum* Hesse, *Rhizoctonia solani* Kuhn., *Phoma betae* Fr. (диагностические признаки корневая свеклы могут меняться в зависимости от состава возбудителей, участвующих в загнивании проростков, и от факторов внешней среды)), церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.), пероноспороз или ложная мучнистая роса (*Peronospora schachtii* Fuck.), мучнистая роса (*Erysiphe communis* Grev. f. sp. *betae* Poteb.), фомоз (*Phoma betae* Fr.), бактериальная пятнистость листьев (*Bacillus mycoides* Flugge, *Bac. pumilus* Meyer et. Golttheil, *Clostridium butyricum* Plazm., *Pseudomonas syringae*), а также во время хранения — кагатная гниль. Болезнь возникает в результате деятельности микро-

организмов — грибов и бактерий, которых насчитывается более 150 видов. К наиболее активным грибам, вызывающим первичное кагатное гниение, относятся следующие роды: *Botrytis*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus* и др.

Проведение фитосанитарного мониторинга позволило выделить наиболее распространенные вредные организмы. Отмечено, что столовая свекла в условиях Брянской области сильно поражается церкоспорозом (*Cercospora beticola* Sacc.). При поражении данным заболеванием нарушаются важнейшие физиологические процессы в растении: усиливается транспирация, снижается фотосинтез, нарушается азотистый обмен. Листья часто отмирают, взамен образуются новые с затратой большого количества пластических веществ, что негативно сказывается на массе корнеплода, его качестве и сохранности. Недобор урожая корнеплодов может достигать 30–70%, снижаются показатели содержания витамина С и сахаристости. В результате проведения исследований установлено варьирование степени пораженности и развития церкоспороза на различных сортаобразцах столовой свеклы.

Болезнь проявлялась на вполне развитых листьях в виде округлых многочисленных серовато-жёлтых с красно-бурой каймой некрозов диаметром 1–6 мм. Некрозы часто сливались и выпадали. На поверхности некрозов во влажных условиях образовывался бархатистый сероватый налёт конидиального спороношения. На черешках листьев некрозы продолговатые, коричневые. Сильно поражённые листья желтели и в дальнейшем отмирали. В вегетирующем состоянии остаются только самые молодые отрастающие листья в центре розетки.

Установлено, что развитие болезни (R) отмечено на уровне от 1,6 до 11,3%, при этом распространённость церкоспороза находилась в пределах от 22,7 до 76,9%. Незначительно были поражены сортаобразцы Мулатка, Любава, Нежность (R 1,2–2,4%). Высокая степень распространённости заболевания отмечена у сортаобразцов Бордо 237, Госпадыня (R 43,2–65,5%).

Существующие хозяйственно ценные признаки столовой свеклы характеризуются определенными параметрами. По окраске корнеплоды должны иметь насыщенно темно-красный, почти дочерного, цвет, причем кольца на срезе не должны быть ярко выраженными. Корнеплоды могут иметь форму плоскую, плоскоокруглую, округлую, удлиненную, цилиндрическую. Корнеплод не должен ветвиться. Рассматривая параметры хозяйственно ценных признаков сортаобразцов свеклы столовой, следует выделить такие, как «диаметр розетки», «длина корнеплода», «высота розетки» — они имеют положительную корреляцию с показателем «масса корнеплода». Этот показатель в среднем варьировал от 293,7 г (Нежность) до 587,6 г (Креолка) (табл. 2).

В качестве стандарта использовали сорт Бордо 237. Анализируя данные 2018 г., следует отметить варьирование сортов по признаку «длина корнеплода» от 6,2 до 19,6 см, «высота розетки» — от 28,0 до 40,0 см, «диаметр розетки» — от 28,0 до 40,0 см. В 2019 г. показатель «длина корнеплода» варьирует от 6,0 до 20,2 см, «высота розетки» — от 26,0 до 43,0 см, «диаметр розетки» — от 23,0 до 39,0 см. Для товарности важен выровненный корнеплод. По товарной урожайности были выделены образцы Мулатка, Креолка, Госпадыня, Любава, Несравненная.

В столовой свекле содержится около 20% сухого вещества, в основном это сахар (от 9 до 15%). Сахар со-

стоит из 3% сахарозы и 2% фруктозы и глюкозы. В состав свеклы входят минеральные соли — магний, калий, кальций, фосфор, марганец и железо (приблизительно по 1%). Также химический состав столовой свеклы богат белком, жирами и углеводами. Свекла богата клетчаткой, органическими кислотами (щавельная, лимонная, винная и яблочная), пектином. Что касается витаминов, то в свекле есть витамины В₁, РР, В₂, йод.

При химическом анализе сортообразцов столовой свеклы количество витамина С в 2018 г. варьировало от 3,52 до 7,04 мг%. В 2019–2020 гг. данный показатель был выше, он варьировал от 4,81 до 8,11 мг% и от 5,28 до 21,12 мг% соответственно. Наибольшее количество витамина С в 2018 г. отмечено у сортообразца столовой свеклы Любава (7,04 мг%). Наименьшее значение отмечено у сортообразца Креолка (4,28 мг%). В 2019–2020 гг. наибольшим содержанием витамина С отличались сортообразцы столовой свеклы Несравненная (7,04–10,33 мг%), Мулатка (14,08–21,12 мг%).

Растворимые сухие вещества отвечают прежде всего за лежкость корнеплода, и чем выше показатель, тем дольше сохранность. Сортообразцы столовой свеклы различались по показателю растворимых сухих веществ, также отмечено варьирование и по годам исследований. В 2018 г. содержание растворимых сухих веществ находилось в пределах 10,4–13,4%, в 2019 г. — 10,50–18,43%, а в 2020 г. — 11,33–24,45%. По данному параметру в среднем за три года выделены образцы Мулатка (19,23%), Госпадыня (20,16%), Нежность (21,40%) и Любава (22,40%), что свидетельствует о возможности длительной сохранности корнеплодов при хранении.

Предельное допустимое содержание нитратов в столовой свекле составляет 1400 мг/кг. Показатели по нитратам в 2018 г. варьируют от 611 до 1964 мг/кг, превышение отмечено у сортообразцов Нежность (1964 мг/кг) и Мулатка (1672 мг/кг). В последующих годах варьирование по содержанию нитратов в сортообразцах отмечено от 70,7 до 934 мг/кг в 2019 г. и от 156,3 до 833,7 мг/кг в 2020 г. Сорта столовой свеклы Креолка, Любава, Бордо 237 селекции ФГБНУ ФНЦО характеризовались низким уровнем накопления нитратов за три года исследований.

Стабильно высоким уровнем накопления тяжелых металлов характеризовались образцы Госпадыня, Несравненная, Креолка, Любава (табл. 3).

При изучении сортообразцов столовой свеклы с низким накоплением тяжелых металлов выделены сортообразцы столовой свеклы — Бордо 237 (Cu — 2,34±0,65 мг/кг, Pb — 0,18±0,01 мг/кг, Cd — 0,09±0,01 мг/кг), Нежность (Cu — 2,56±1,13 мг/кг, Pb — 0,67±0,13 мг/кг, Cd — 0,10±0,01 мг/кг); ПДУ для Pb — 5,00 мг/кг, Cd — 0,30 мг/кг. Сортообразец Госпадыня

Таблица 2. Оценка хозяйственно ценных признаков столовой свеклы (опытное поле Брянского ГАУ, 2018–2020 гг., среднее значение)

Table 2. Evaluation of economically valuable characteristics of the red beet (experimental field of Bryansk SAU, 2018–2020, average value)

Сорт	Масса одного корнеплода, г	Диаметр розетки, см	Длина корнеплода, см	Высота розетки, см	Общая урожайность, т/га	Товарная урожайность, т/га
Бордо 237 (стандарт)	366,6	28,7	19,6	33,7	25,78	23,4,6
Любава	525,2	31,5	29,6	28,1	43,27	41,13
Госпадыня	550,3	39,4	28,5	31,2	46,32	43,37
Нежность	293,7	35,8	26,2	33,1	21,14	20,08
Мулатка	560,1	36,4	26,5	44,6	47,32	45,31
Креолка	527,6	35,2	31,2	42,3	43,25	41,12
Несравненная	537,5	35,4	31,9	39,5	42,26	39,93
НСП ₀₅	98,50				15,91	14,64

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в корнеплодах свёклы столовой, в среднем за годы опытов

Table 3. Content of heavy metals in red beet roots, on average for the years of experiments

Образец	Содержание тяжелых металлов, мг/кг		
	Pb	Cd	Cu
Бордо 237 (стандарт)	0,18±0,01	0,09±0,01	2,34±0,65
Любава	0,23±0,01	0,11±0,01	4,17±1,35
Госпадыня	2,11±0,99	0,29±0,05	16,72±2,43
Нежность	0,67±0,13	0,10±0,01	2,56±1,13
Мулатка	0,33±0,12	0,18±0,02	3,44±0,79
Креолка	1,27±0,63	0,13±0,01	4,21±0,97
Несравненная	1,43±0,65	0,18±0,02	6,05±1,39
ПДУ	5,00	0,30	-

Рис. 1. Заселенность ивово-морковной тлей — *Cavariella aegopodii* (Scop.) — сортов и гибридов столовой моркови, в среднем за годы исследований

Fig. 1. Population of willow-carrot aphids — *Cavariella aegopodii* (Scop.) varieties and hybrids of garden carrot, on average over the years of researches

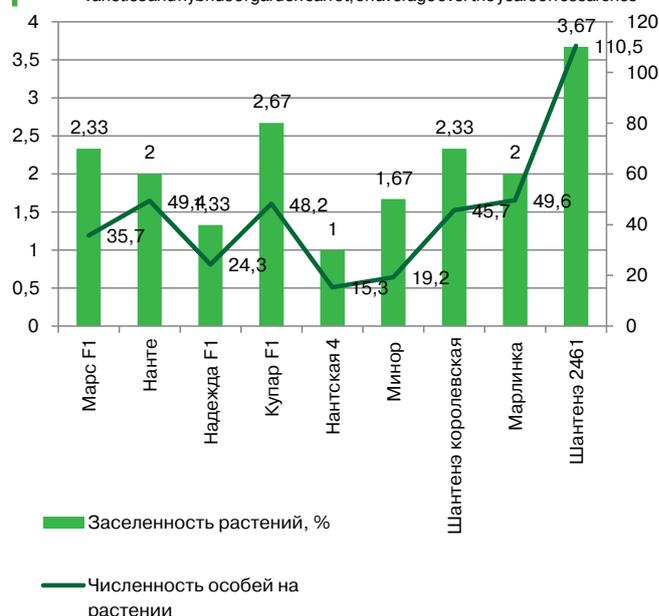


Таблица 4. Оценка хозяйственно ценных признаков сортообразцов моркови столовой (опытное поле Брянского ГАУ, 2018–2020 гг.)

Table 4. Evaluation of economically valuable characteristics of garden carrot variety samples (experimental field of the Bryansk SAU, 2018–2020)

Сорт, гибрид	Длина корне- плода, см	Диаметр корне- плода, см	Масса корне- плода, г	Общая урожай- ность, т/га	Товарная урожай- ность, т/га	Товарность, %
Нантская 4 (стандарт)	17,3	3,7	187,2	41,89	39,82	95,1
Марс F ₁	19,9	3,9	218,3	60,72	57,31	94,4
Надежда F ₁	18,3	4,0	225,4	65,65	63,24	96,3
Купар F ₁	18,7	3,6	198,8	58,94	54,43	92,3
Нанте	18,8	3,9	202,7	60,23	57,77	95,9
Минор	19,2	3,7	201,3	61,86	58,85	95,1
Шантенэ королевская	17,6	4,3	256,5	71,85	68,39	95,2
Марлинка	17,0	3,9	145,3	39,75	37,21	93,6
Шантенэ 2461	17,1	4,0	212,1	44,78	41,36	92,4
НСР ₀₅			75,74	16,08	15,21	

Таблица 5. Содержание тяжелых металлов и нитратов в корнеплодах сортообразцов моркови столовой (среднее за годы опытов)

Table 5. Content of heavy metals and nitrates in garden carrot roots of different varieties (average over the years of experiments)

Образец	Содержание тяжелых металлов и нитратов, мг/кг			
	Pb	Cd	Cu	Нитраты
Нантская 4 (стандарт)	0,29±0,02	0,09±0,01	8,64± 1,99	101
Марс F ₁	0,33±0,01	0,11±0,01	6,32 ± 1,45	259
Надежда F ₁	2,45±0,34	0,29±0,05	6,86 ± 1,58	152
Купар F ₁	0,56±0,22	0,10±0,01	9,42 ± 2,17	175
Нанте	0,48±0,16	0,18±0,02	8,10 ± 1,86	44
Минор	1,34±0,25	0,13±0,01	8,98± 2,07	136
Шантенэ королевская	1,57±0,65	0,18±0,02	6,79 ± 1,56	265
Марлинка	0,38±0,26	0,18±0,02	7,83 ± 1,80	108
Шантенэ 2461	2,44±0,17	0,13±0,01	6,96 ± 1,60	175
ПДУ	5,00	0,30	—	
ПДК				400* 250**

Примечания: * — для ранней моркови; ** — для поздней моркови

отмечен высоким уровнем накопления тяжелых металлов (Pb — 2,11±0,99 мг/кг, Cd — 0,29±0,05мг/кг), но не выходящим за пределы ПДУ. Сорта свёклы столовой селекции ФГБНУ ФНЦО Бордо 237, Нежность, Мулатка на естественном инфекционном фоне являются относительно устойчивыми к церкоспорозу (R 1,2–2,4%) и характеризуются незначительным накоплением экотоксикантов (свинца и кадмия) по сравнению с другими изучаемыми сортообразцами.

В условиях Брянской области на моркови столовой отмечены из многоядных вредителей-насекомых личинки жуков-щелкунов (*Agriotes obscurus* L., *Ag. lineatus* L., *Ag. sputator* L.), медведка обыкновенная — *Grylotalpa grylotalpa* L. (вредит локально), гусеницы лугового мотылька — *Loxostege sticticalis* L., совки-гаммы — *Autographa gamma* L., озимой совки — *Scotia segetum* Schiff., восклицательной совки — *Agrotis exclamationis* L., личинки лугового клопа — *Lygus pratensis* L. Специализированные вредители класса Насекомые, повреждающие морковь: морковная муха — *Chamaepsila rosae* (Fabricius), зонтичная моль — *Depressaria depressella* Hbn. Отмечена высокая степень заселенности посевов моркови столовой ивово-морковной тлей — *Cavariella*

aegopodii (Scop.). Установлено появление крылатых особей данного вида тли и заселение ими посевов в I декаде июня. Отмечено, что среднесуточная температура 18 °С и выше способствовала интенсивному заселению тлей растений моркови.

При повышении среднесуточной температуры воздуха отмечалось увеличение интенсивности отрождения личинок ивово-морковной тли — *Cavariella aegopodii* (Scop.) до 60–70 особей. Снижение численности этого вредителя на заселенных растениях моркови столовой происходило во II–III декадах августа. Установлена незначительная заселенность тлей на растениях сортов Нанте, Нантская 4, Марлинка, Минор и гибрида Надежда F₁ (рис. 1).

По признакам «масса корнеплода» и «диаметр корнеплода» в среднем за годы исследований достоверно превысили показатель стандарта (сорт Нантская 4) образцы Шантенэ 2461, Шантенэ королевская, Минор, Нанте, Купар F₁, Надежда F₁, Минор, Марс F₁ с варьированием показателей от 8,3 до 37,4% (табл. 4).

Была изучена сопряженность признаков, которые влияют на продуктивность растений моркови столовой. Отмечена тесная сопряженность признака «масса корнеплода» с такими признаками, как «длина корнеплода» ($r = 0,7432$) и «диаметр корнеплода» ($r = 0,6922$), а признак «общая урожайность» имеет тесную взаимосвязь с признаком «масса корнеплода» ($r = 0,6452$). Повышенное содержание нитратов по ПДК отмечено у сортообразцов Шантенэ королевская (265 мг/кг) и Марс F₁ (269 мг/кг) (табл. 5).

Незначительное накопление нитратов и тяжелых металлов отмечено в корнеплодах сортов Минор, Нанте, Нантская 4 и гибрида Марс F₁.

Выводы / Conclusion

В результате проведенных исследований определена незначительная пораженность церкоспорозом (*Cercospora beticola* Sacc.) сортообразцов свеклы столовой Мулатка, Любава, Нежность (R 1,2–2,4%).

По признаку «товарная урожайность» были выделены сорта Мулатка, Креолка, Госпадыня, Любава, Несравненная. По признакам «масса корнеплода», «общая урожайность», «товарная урожайность» в среднем за годы исследований достоверно превысили показатель стандарта (сорт Нантская 4) образцы Шантенэ 2461, Шантенэ королевская, Минор, Нанте, Купар F₁, Надежда F₁, Минор, Марс F₁. Незначительная заселенность ивово-морковной тлей — *Cavariella aegopodii* (Scop.) —

установлена на растениях сортов Нанте, Нантская 4, Марлинка, Минор и гибрида Надежда F₁. Незначительное накопление нитратов и тяжелых металлов отмечено в корнеплодах моркови столовой сортов Минор, Нанте, Нантская 4, Марлинка, Минор. Результаты исследований позволили выделить сортообразцы столовой свеклы и моркови с хозяйственно ценными признаками, обладающими относительной устойчивостью к вредным организмам.

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. А.К. Ахатов, Ф.Б. Ганибалл, Ю.И. Мешков и др. Защита картофеля и овощных культур открытого грунта. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013: 200 с.
2. М. Б. Ахремович, И. Д. Батишвили, Г. Я. Бей-Биенко и др. Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений. Л.: Колос, 1976: 286-288.
3. Пузакова, А.И., Коняев, И.С., Прокопенко, И.В., Масленикова, А.И., Янаева, Д.А. Накопление тяжелых металлов в столовой свекле при разных уровнях загрязнения почвы и содержания питательных веществ *Бюллетень Самарская Лука*. 2007; 16 (4) (22): С.794-796.
4. Янтурин, С.И., Прошкина, О.Б. Содержание тяжелых металлов в овощах, произрастающих в различных районах промышленного центра черной металлургии. *Фундаментальные исследования*. 2019; 9-3; 595-597.
5. Итоги развития пищевой и перерабатывающей промышленности АПК Брянщины - 2019 год. С.А. Белченко, В.Е. Ториков, А.В. Дронов, И.Н. Белоус, М.П. Наумова. *Вестник Брянской ГСХА*. 2020: 3 (79); 3-9.
6. Доброхотов, С.А., Адимеле, Ф., Ефремова, М.А. Содержание тяжелых металлов в почве и их поступление в продукцию овощных культур. *Сб. мат. Всероссийской научной конференции «Почвы в био-сфере»*. М., 2018. С.199-203.
7. Дьяченко В.В., Дьяченко О.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в Брянской области. *Вестник сельского развития и социальной политики*. 2018; 1 (17): 30-32.
8. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО. 2011. 648 с.
9. Леунов, В. И. Столовые корнеплоды в России. М., 2011. 272 с.
10. Пивоваров, В.Ф. Свекла. Селекция и семеноводство овощных культур. М.: ВНИИССОК. 2007. 373-374.
11. Farooq, M.; Hussain, M; Ul-Allah, S.; Siddique, K.H.M. Physiological and agronomic approaches for improving water-use efficiency in crop plants. *Agric. Water Manag.* 2019, 219, 95-108.

REFERENCES

1. A.K. Akhatov, F.B. Ganiball, Yu.I. Meshkov and et. Protection of potatoes and open field vegetable crops. M.: Association of scientific publications KMK, 2013. 200 p. (In Russian)
2. M.B. Akhremovich, I.D. Batiashvili, G.Ya. Bei-Bienko and etc. Determinant of agricultural pests for damage to cultivated plants. L.: Kolos, 1976: 286-288/ (In Russian)
3. Puzakova, A.I., Konyayev, I.S., Prokopenko, I.V., Maslennikova, A.I., Yanaeva, D.A. Accumulation of heavy metals in red beet at different lev-els of soil pollution and nutrient conten. *Bulletin Samarskaya Luka*. 2007; 16 (4) (22): C.794-796. (In Russian)
4. Yanturin, S.I., Proshkina, O.B. The content of heavy metals in vegeta-bles growing in various areas of the industrial center of ferrous metallur-gy. *Basic research*. 2019; 9-3: 595-597. (In Russian)
5. Results of the development of the food and processing industry of the agro-industrial complex of the Bryansk region - 2019. S.A. Belchenko, V.E. Torikov, A.V. Dronov, I.N. Belous, M.P. Naumova. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2020: 3 (79); 3-9. (In Russian)
6. Dobrokhотов, S.A., Adimele, F., Efremova, M.A. The content of heavy metals in the soil and their absorption into the production of vegetable crops. *Sat. mat. All-Russian scientific conference "Soils in the bio-sphere"*. M., 2018. S.199-203. (In Russian)
7. D'yachenko V.V., D'yachenko O.V. Effectiveness of the use of agricul-tural land in the Bryansk region. *Vestnik of rural development and so-cial policy*. 2018; 1 (17): 30-32. (In Russian)
8. Litvinov, S.S. Methods of field experience in vegetable growing. Mos-cow: GNU VNIIO. 2011. 648 p. (In Russian)
9. Leunov, V.I. Garden roots in Russia. M., 2011. 272 p.
10. Pivovarov, V.F. Beet. Selection and seed production of vegetable crops. Moscow: VNISSOK. 2007. 373-374. (In Russian)
11. Farooq, M.; Hussain, M; Ul-Allah, S.; Siddique, K.H.M. Physiological and agronomic approaches for improving water-use efficiency in crop plants. *Agric. Water Manag.* 2019, 219, 95-108.

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Васильевна Сычёва, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация

e-mail: i.sychyova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>

Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация

e-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Николай Серафимович Шпилев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-2269-5313>

Светлана Николаевна Поцепай, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент института экономики и агробизнеса Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., Российская Федерация

e-mail: snpotsepai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Vasil'evna Sychyova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production

Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, v. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation

e-mail: i.sychyova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>

Sergey Mikhailovich Sychov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production

Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, v. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation

e-mail: sichev_65@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0941-2963>

Nikolai Serafimovich Shpilev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, v. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation

e-mail: bgsha@bgsha.com

<https://orcid.org/0000-0002-2269-5313>

Svetlana Nikolaevna Potsepai, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Institute of Economics and Agribusiness Bryansk State Agrarian University, st. Sovetskaya 2a, v. Kokino, Vygonichy district, Bryansk region, Russian Federation

e-mail: snpotsepai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4969-3189>

УДК 664.66.022.39

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-167-172

Р.И. Фаткуллин¹, ✉
И.В. Калинина¹,
Н.В. Науменко¹,
Н.В. Попова¹,
Е.Е. Науменко¹,
Е. Иванисова²,
А.К. Васильев¹

¹ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Российская Федерация

² Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словакия

✉ fatkullinri@susu.ru

Поступила в редакцию:
12.08.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-167-172

Rinat I. Fatkullin¹, ✉
Irina V. Kalinina¹,
Natalya V. Naumenko¹,
Natalia V. Popova¹,
Ekaterina E. Naumenko¹,
Eva Ivanisova²,
Andrey K. Vasiliev¹

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

✉ fatkullinri@susu.ru

Received by the editorial office:
12.08.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Исследование антиоксидантных свойств обогащенных хлебобулочных изделий

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Хлебобулочные изделия являются социальнопроблемными вместо дефисазначимыми продуктами питания, физически и экономически доступными для большинства групп населения РФ и многих других стран. Также приоритетное значение среди растительных антиоксидантов имеют вещества полифенольной природы, в том числе флавоноиды. Сегодня известно несколько подходов к обогащению хлебобулочных изделий полифенолами и флавоноидами, каждый из которых характеризуется собственными достоинствами и недостатками. Основу настоящего исследования составила оценка возможности применения различных подходов обогащения хлебобулочных изделий для получения продуктов с заданными антиоксидантными свойствами.

Методы. Объектами исследования были определены шесть образцов хлебобулочных изделий, пять из которых были обогащены пищевыми ингредиентами — источниками антиоксидантов. Во всех исследуемых образцах было определено общее содержание полифенолов и флавоноидов с применением спектрофотометрического метода, а также антиоксидантная активность с использованием DPPH-метода.

Результаты. Проведенные исследования показали, что использование в качестве обогатителей измельченных листьев зеленого чая, кедровой муки, цельносмолотой муки из пророщенного зерна пшеницы позволяет значительно увеличить общее содержание полифенолов в готовых образцах хлебобулочных изделий: на 46–75% по отношению к контролю. Все образцы обогащенных изделий можно было отнести к категории функциональных продуктов питания, поскольку удовлетворение суточной потребности во флавоноидах составило более 15% от рекомендуемого уровня. Вместе с тем, использование индивидуальных веществ-обогатителей, таких как тахифолин, позволяет значительно увеличить антиоксидантную активность хлебобулочных изделий (более чем в 4 раза) и с большей долей вероятности ее устойчиво регулировать. В целом, для всех исследуемых образцов обогащенных хлебобулочных изделий было установлено увеличение антиоксидантной активности более чем в 2 раза по отношению к контролю. Полученные результаты подтвердили возможность и целесообразность использования предложенных подходов обогащения хлебобулочных изделий для получения продуктов с антиоксидантными свойствами.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, функциональные продукты, полифенолы, флавоноиды, антиоксидантные свойства

Для цитирования: Фаткуллин Р.И. и другие. Исследование антиоксидантных свойств обогащенных хлебобулочных изделий. *Аграрная наука*; 2022; 362 (9): 167–172. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-167-172>

© Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В., Попова Н.В., Науменко Е.Е., Иванисова Е., Васильев А.К.

Study of the antioxidant properties of enriched bakery products

ABSTRACT

Relevance. Bread products are socially important foodstuffs, physically and economically accessible for the majority of population groups in the Russian Federation and many other countries. One of the directions could be the enrichment of bakery products with natural antioxidants of plant origin. Polyphenolic substances, including flavonoids, have priority among plant antioxidants. Today several approaches to enrichment of bakery products with polyphenols and flavonoids are known, each of them characterised by their own advantages and disadvantages. The basis of this study was to evaluate the possibility of using different bakery enrichment approaches to obtain products with given antioxidant properties.

Methods. Six samples of bakery products, five of which were enriched with food ingredients— sources of antioxidants— were identified as objects of research. The total content of polyphenols and flavonoids was determined in all the examined samples using spectrophotometric method as well as the antioxidant activity using DPPH-method.

Results. Studies have shown that the use of crushed green tea leaves, cedar flour, whole-milled flour from germinated wheat grain as enriching agents allows a significant increase in the total content of polyphenols in the finished samples of baked products, by 46–75% in relation to the control. All the samples of enriched products could be classified as functional foods, as the satisfaction of the daily requirement for flavonoids was more than 15% of the recommended level. At the same time, the use of individual enriching substances such as taxifolin allows to significantly increase the antioxidant activity of baked products (more than by 4 times) and with a high probability to steadily regulate it. In general, in all investigated samples of enriched bakery products increase of the antioxidant activity by more than 2 times in relation to the control was registered. The results confirmed the possibility and feasibility of using the proposed approaches of bakery products enrichment to obtain products with antioxidant properties.

Key words: bakery products, functional products, polyphenols, flavonoids, antioxidant properties

For citation: Fatkullin R.I. et al. Study of the antioxidant properties of enriched bakery products. *Agrarian science*. 2022; 362 (9): 167–172. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-167-172> (In Russian).

© Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V., Popova N.V., Naumenko E.E., Ivanisova E., Vasiliev A.K.

Введение / Introduction

Хлеб и хлебобулочные изделия являются важной частью рациона питания для многих групп населения разных стран. В общем объеме потребляемых продуктов присутствие хлеба и хлебобулочных изделий в среднем составляет 20–25%, а для населения некоторых стран может достигать 70% [1]. В Российской Федерации хлеб и хлебобулочные изделия включены в группу социально значимых продуктов питания; их роль в питании населения в первую очередь определяется ценовой доступностью [1–3]. Для взрослого человека рекомендуемая норма потребления хлебобулочных изделий в РФ составляет 175 г в сутки (приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания»), что позволяет удовлетворить около 20% необходимой энергоемкости суточного рациона.

Учитывая стабильность и достаточно высокий уровень потребления хлебобулочных изделий, обогащение именно этой категории продуктов функциональными пищевыми ингредиентами может стать реальным механизмом немедикаментозной коррекции неинфекционных заболеваний населения РФ [2–5]. По данным Всемирной организации здравоохранения и Комитета ООН по экономическим, социальным и культурным правам, в настоящее время каждый третий человек страдает как минимум от одной формы неполноценного питания и связанных с ними неинфекционных заболеваний [6].

Среди функциональных пищевых ингредиентов огромный класс занимают растительные антиоксиданты полифенольной природы [7–10]. В открытой литературе представлен большой пласт исследований, направленных на разработку хлебобулочных изделий с антиоксидантными свойствами. Основные подходы, используемые для получения таких продуктов, представлены на рис. 1.

Вместе с тем, при проектировании обогащенных хлебобулочных изделий необходимо учитывать, что эти продукты представляют собой сложную пищевую систему, характеризующуюся одновременным присутствием всех макронутриентов (углеводов, белков и липидов) в разных соотношениях в зависимости от рецептуры. Технологический процесс изготовления хлебобулочных изделий включает многообразные физико-химические и биохимические процессы. Все это определяет формирование рисков неопределенности при разработке обогащенного хлебобулочного изделия с заданными свойствами. Это, в свою очередь, определяет необходимость поиска подходов, позволяющих обеспечить реальную стабильность формирования заданных функциональных свойств хлебобулочных изделий.

Целью настоящего исследования является оценка возможности применения различных подходов для получения хлебобулочных изделий с антиоксидантными свойствами.

Материал и методы исследования / Materials and method

Объектом исследования были выбраны мелкоштучные хлебобулочные изделия из пшеничной хлебопекарной муки первого сорта. В качестве контрольного образца было выбрано простое по рецептуре хлебобулочное изделие.

В качестве хлебобулочных изделий с антиоксидантными свойствами были выбраны:

— образец 1 — мелкоштучное хлебобулочное изделие с добавкой зеленого чая (в порошкообразной форме) в количестве 5% путем замены соответствующего количества пшеничной муки;

— образец 2 — мелкоштучное хлебобулочное изделие с добавкой кедровой муки в количестве 5% путем замены соответствующего количества пшеничной муки;

— образец 3 — мелкоштучное хлебобулочное изделие с добавкой цельносомлотой муки из пророщенного зерна пшеницы (ЦСМПЗП) в количестве 20% путем замены соответствующего количества пшеничной муки;

— образец 4 — мелкоштучное хлебобулочное изделие с добавкой экстракта таксифолина в сухом виде в количестве 0,05% по отношению к массе муки;

— образец 5 — мелкоштучное хлебобулочное изделие с добавкой таксифолина, инкапсулированного в бета-циклодекстрин, в количестве 0,1% по отношению к массе муки.

В исследуемых образцах оценивали содержание полифенолов флавоноидов как основных веществ, определяющих антиоксидантные свойства готовых хлебобулочных изделий, а также общую антиоксидантную активность, используя следующие методы.

Содержание полифенольных веществ определяли спектрофотометрически с использованием реактива Фолина — Чокальтеу. Вводный экстракт из усредненной пробы хлебобулочного изделия получали путем динамической мацерации в течение 2 часов. Оптическую плотность определяли при 700 нм. Результаты выражали в эквивалентах галловой кислоты (мг GAE/г), используемой в качестве стандарта.

Содержания флавоноидов определяли спектрофотометрически, используя фармакопейный метод анализа с хлоридом алюминия. Оптическую плотность определяли при 415 нм. В качестве стандарта использовали кверцетин, результаты выражали в мкг/эквивалентах кверцетина (мг QE/г).

Общую антиоксидантную (антирадикальную) активность (АОА) определяли методом DPPH, используя 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Поглощение измеряли спектрофотометрически при длине волны 515 нм. АОА рассчитывали по формуле:

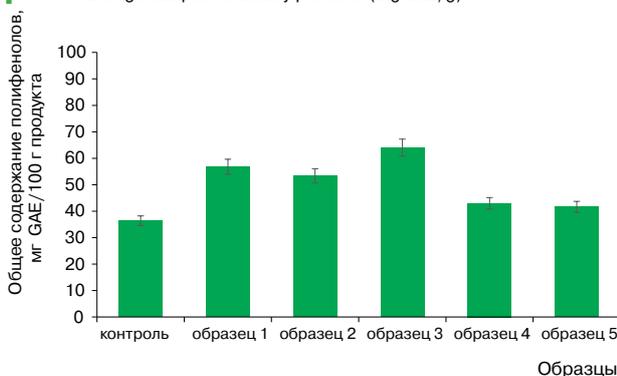
$$AOA = \frac{1 - (D_i - D_j)}{D_c} \times 100, \quad (1)$$

где D_i — оптическая плотность исследуемого раствора; D_j — оптическая плотность контрольного раствора DPPH с метанолом; D_c — оптическая плотность раствора DPPH.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с применением общепринятых методов статистики, полученные результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В открытой литературе представлены достаточно скудные данные о содержании полифенольных веществ в хлебобулочных изделиях, вместе с тем их роль в формировании антиоксидантных свойств продуктов считается определяющей. В информационных базах данных химического состава российских пищевых продуктов выделяется только феруловая кислота (22,0–30,0 мкг/100 г продукта), которая считается преобладающим веществом полифенольного ряда в зерновых продуктах и хлебе. В зарубежной литературе представлены более

Рис. 1. Направления разработки хлебобулочных изделий с антиоксидантными свойствами**Fig. 1.** Directions for the development of bakery products with antioxidant properties**Рис. 2.** Результаты определения общего содержания полифенолов в усредненных пробах хлебобулочных изделий (мг GAE/г)**Fig. 2.** The results of determining the total content of polyphenols in the average samples of bakery products (mg GAE/g)

обширные данные по содержанию фенольных веществ в хлебе. Кроме феруловой кислоты, выделены еще 2 группы фенольных кислот:

1) производные гидроксидинаминовой (гидроксикоричной) кислоты, включая кофейную, феруловую и синаповую кислоты;

2) производные гидроксидбензойной кислоты, включая протокатехиновую, ванилиновую и галловую кислоты [12–14].

При этом указанные кислоты содержатся преимущественно в связанном с целлюлозой, лигнином и белками виде [15]. Активное высвобождение и накопление свободных фенольных кислот происходит в результате брожения теста под действием ферментов дрожжей.

Среди полифенольных веществ наиболее изучены и активно исследуются в последние годы флавоноиды, многие представители которых обладают выраженными антиоксидантными свойствами [14]. В составе хлебобулочных изделий наиболее часто описывается лютеолин, которым наиболее богата ржаная мука.

Изменение рецептуры хлебобулочных изделий может оказать значительное влияние на количественное содержание полифенолов и флавоноидов в готовых изделиях и, как следствие, их антиоксидантные свойства [7, 14–16].

Результаты определения общего содержания полифенолов в исследуемых образцах хлебобулочных изделий представлены на рис. 2.

Представленные на рис. 2 результаты демонстрируют разнородное влияние способов обогащения хлебобулочных изделий на содержание в них полифенольных веществ. Наибольший прирост значения данного показателя был отмечен для образца 3 — 75,8% по отношению к контролю, а также образцов 1 и 2 — 56,0% и 46,7% по отношению к контролю соответственно. Для образцов 4 и 5 прирост значений содержания полифенолов составил 18,1% и 14,3% по отношению к контролю соответственно.

Такие результаты, вероятно, объясняются значительными различиями количественно содержания обогащающих компонентов в рецептурах хлебобулочных изделий.

Так, в образце 3 содержание ЦСМПЗП составило 20%, тогда как таксифолин в хлебобулочное изделие (образцы 4 и 5) вносился в количестве 0,05% по отношению к общему количеству муки в рецептуре.

Проведенные ранее исследования показали, что химический состав ЦСМПЗП значительно отличается от хлебопекарной пшеничной муки, в том числе более высоким содержанием полифенолов и флавоноидов. Очевидно, что процесс проращивания зерна пшеницы обеспечивает активное накопление этих соединений, а использование в помол целого зерна позволяет обеспечить сохранение их количества и в муке.

Среди полифенольных веществ в зеленом чае преобладают танины и катехины, содержание которых в чае может достигать 150 мг/г, чем, вероятно, и обусловлен рост значений общего содержания полифенолов в образце 1.

Кедровый орех также характеризуется значительным содержанием полифенольных веществ, среди которых преобладают фенольные кислоты.

Вместе с тем, в методических рекомендациях по нормам потребления пищевых веществ рекомендуемый уровень суммарного потребления полифенолов не установлен, тогда как для флавоноидов такие рекомендации присутствуют. В частности, методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432-08 и МР 2.3.1.0253-2021 установлены рекомендуемые уровни потребления веществ данной группы: для взрослых — 250 мг/сут., для детей 7–18 лет — от 150 до 250 мг/сут.

Согласно требованиям действующей нормативной документации под функциональными и обогащенными пищевыми продуктами можно понимать продукты питания, содержащие в своем составе количество макро- или микронутриентов, способное удовлетворить более 15% суточной потребности в этих веществах [20].

Результаты определения содержания флавоноидов в исследуемых образцах хлебобулочных изделий в сопоставлении с удовлетворением суточной потребности в них (с учетом нормы потребления хлебобулочных изделий) представлены на рис. 3.

Полученные результаты показали, что все 5 образцов обогащенных хлебобулочных изделий позволяют удовлетворить суточную потребность во флавоноидах более чем на 15%, что позволяет отнести их к категории функциональных пищевых продуктов. Контрольный образец хлебобулочного изделия отличался наиболее низким содержанием флавоноидов, не позволяющим отнести

его к категории функциональных продуктов питания.

Вместе с тем, важно отметить, что использование пищевых ингредиентов, отличающихся вариативностью химического состава, таких как зеленый чай, ЦСМПЗП, кедровая мука, не позволяют с достоверной вероятностью корректировать качественный состав флавоноидов. В отношении образцов 4 и 5 можно с большой долей уверенности предположить, что прирост значений показателя содержание флавоноидов по отношению к контрольному образцу хлебобулочного изделия обусловлен присутствием таксифолина. Это, в свою очередь, позволяет направленно корректировать функциональные свойства хлебобулочных изделий.

Поскольку полифенолы и флавоноиды в большинстве своем представлены веществами с выраженными антиоксидантными свойствами, именно этот показатель отслеживался нами для готовых хлебобулочных изделий (рис. 4).

Для всех исследуемых образцов обогащенных хлебобулочных изделий, как и ожидалось, была отмечена тенденция роста значения антиоксидантной активности. Наиболее высокие значения антиоксидантной активности были отмечены в хлебобулочных изделиях с добавкой таксифолина, как в исходном, так и в инкапсулированном виде, в образцах 4 и 5 показатель увеличился более чем в 4 раза по отношению к контролю. Такие результаты объясняются тем, что таксифолин является одним из сильнейших известных антиоксидантов, и с большой долей вероятности можно говорить о том, что он сохраняет свои биоактивные свойства в пищевой системе хлебобулочных изделий [7, 21].

Для остальных образцов обогащенных хлебобулочных изделий также был отмечен прирост антиоксидантной активности (в 2–3 раза по отношению к контролю). При этом для всех образцов отмечалась корреляция АОА с общим содержанием флавоноидов.

Выводы / Conclusion

Полученные результаты продемонстрировали, что используемые подходы к обогащению хлебобулочных изделий могут являться эффективными при разработке функциональных продуктов с повышенным содержа-

Рис. 3. Результаты определения общего содержания флавоноидов в усредненных пробах хлебобулочных изделий (мг EQ/г) в сопоставлении с расчетным значением удовлетворения суточной потребности, % (при употреблении 175 г хлебобулочных изделий)

Fig. 3. The results of determining the total content of flavonoids in the average samples of bakery products (mg EQ/g) in comparison with the calculated value for meeting the daily requirement, % (when using 175 g of bakery products)

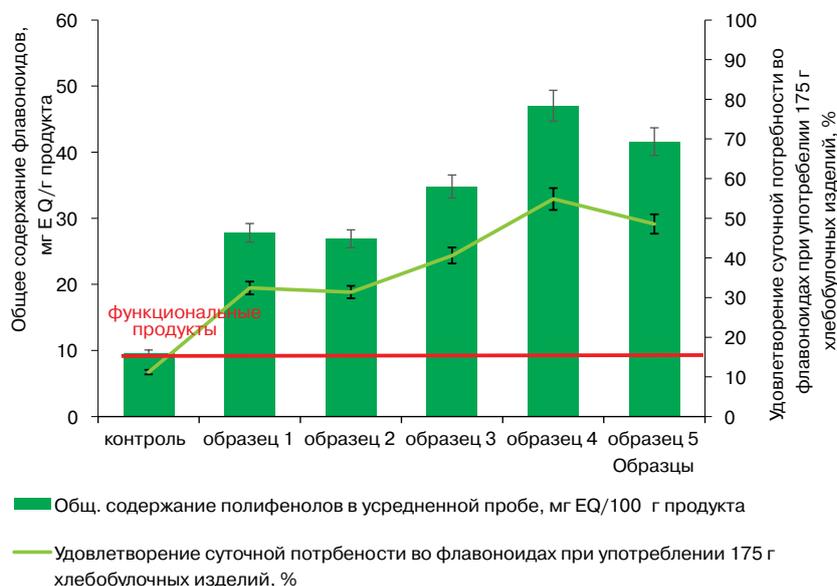
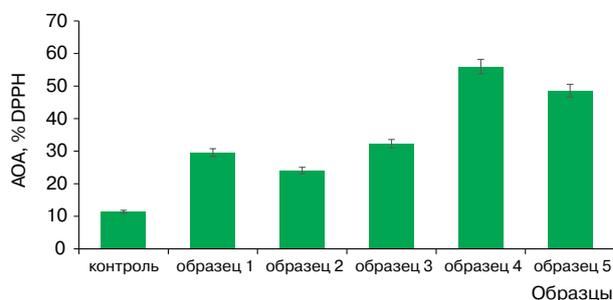


Рис. 4. Результаты определения антиоксидантной активности исследуемых образцов хлебобулочных изделий, %DPPH

Fig. 4. Results of determining the antioxidant activity of the studied samples of bakery product, % DPPH



нием флавоноидов и выраженными антиоксидантными свойствами.

Вместе с тем, следует отметить, что на эффективность обогащенных хлебобулочных изделий как функциональных продуктов и их биологический потенциал влияет множество факторов, в том числе биодоступность и сохранение биоактивности полифенолов и флавоноидов в процессе пищеварения, что в целом требует дополнительных исследований.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук МК-3690.2021.5.

FUNDING

The article was financially supported by the grant of the President of the Russian Federation for young scientists for state support of young russian scientists — candidates of science MK-3690.2021.5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нилова Л. П., Науменко Н. В., Калинина И. В., Маркова К. Ю. Оптимизация ассортимента хлебобулочных изделий на основе анализа структуры потребительского рынка в г. Санкт-Петербурге и Челябинске. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Экономика и менеджмент*. 2011; Выпуск 17, 8(225):183–189.
2. Костюченко М. Н., Коденцова В. М., Шатнюк Л. Н. Обогащение хлебобулочных изделий микронутриентами: международный опыт и новые тенденции. *Хлебопродукты*. 2019; 7: 36–41.
3. Гунько С.Н., Войцеховская Е.В., Ребезов М.Б. Качество зернопродуктов в зависимости от условий при длительном хранении. *Пища. Экология. Качество : труды XVII Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург. 2020. 195-199. eLIBRARY ID: 44818374.
4. Шатнюк Л. Н. Инновационные ингредиенты для обогащения хлебобулочных изделий. *Кондитерское и хлебопекарное производство*. 2016; 7–8: С. 41–45.
5. Громова С.Н., Костылев П.И., Скрипка О.В., Подгорный С.В., Некрасова О.А. Результаты изучения образцов озимой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания по урожайности и качеству зерна. *Аграрная наука*. 2020; (10): 56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-56-59>
6. Глобальные оценки состояния здоровья: основные причины DALY [Электронный ресурс], <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/global-health-estimates-leading-causes-of-dalys>
7. Потороко И.Ю., Паймулина А.В., Ускова Д.Г., Калинина И.В., Попова Н.В., Ширш Сонавейн. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2017; 79(4): 143–151. DOI:10.20914/2310-1202-2017-4-143-151
8. Шатилов А.В., Богданова О.Г., Коробов А.В. Роль антиоксидантов в организме в норме и при патологии. *Ветеринарная патология*. 2007; 2: 207–211.
9. Imran M, Ghorat F, Ul-haq I, Ur-rehman H, Aslam F, Heydari M, et al. Lycopenene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders. *Antioxidants* 2020; 9(8):1-27. <https://doi.org/10.3390/antiox9080706>
10. Хайруллина В.Р. и др. Определение антиокислительного действия кверцетина и дигидрокверцетина в составе бинарных композиций. *Химия растительного сырья*. 2008; 4: 59–64.
11. Lin J., Zhou W. Role of quercetin in the physicochemical properties, antioxidant and antiglycation activities of bread. *J. of Functional Foods*. 2018; 40: 299-306.
12. Naczki M., Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *J. Chromatogr. A*. 2004; 1054(1–2): 95–111.
13. Wang S. et al. Application of nanotechnology in improving bioavailability and bioactivity of diet-derived phytochemicals. *J. of Nutritional Biochemistry*. 2014; 25: 363-376.
14. Agati G., Azzarello E., Pollastri S., Tattini M. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Sci*. 2012; 196(3): 67–76.
15. Parker M. L. et al. The phenolic acid and polysaccharide composition of cell walls bran layers of mature wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Avalon) grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005; 85: P. 2539-2547.
16. Perlovich G.L., Ryzhakov A.M., Strakhova N.N., Kazachenko V.P., Schaper K.J., Raevsky O.A. Thermodynamic aspects of solubility and partitioning processes of some sulfonamides in the solvents modeling biological media. *J. Chem. Thermodyn*. 2014; 69(2): 56–65.
17. Zhang H. et al. Structure-solubility relationships and thermodynamic aspects of solubility of some flavonoids in the solvents modeling biological media. *Journal of Molecular Liquids*. 2017; 225: 439-445.
18. Weston L.A., Mathesius U. Flavonoids: their structure, biosynthesis and role in the rhizosphere, including allelopathy. *J. Chem. Ecol*. 2013; 39(2): 283–297.
19. González R. et al. Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2011; 51(4): 331–362.
20. Смольникова Ф.Х. и др. Совершенствование технологий хлебобулочных изделий. *Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания: Материалы Международной научно-практической конференции*. Омск. 2020. 502-504. eLIBRARY ID: 44829926
21. Mironova G.D. et al. Prospects for the use of regulators of oxidative stress in the comprehensive treatment of the novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and its complications. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2020; 24(16): 8585–8591.

REFERENCES

1. Nilova L. P., Naumenko N. V., Kalinina I. V., Markova K. Yu. Optimization of the assortment of bakery products based on the analysis of the structure of the consumer market in Saint Petersburg and Chelyabinsk. *Bulletin of the South-Ural State University. Series Economy and management*. 2011; Issue 17, 8(225):183–189. (in Russian)
2. Kostyuchenko M. N., Kodentsova V. M., Shatnyuk L. N. Enrichment of bakery products with micronutrients: international experience and new trends. *Bread products*. 2019; 7: 36 41. (in Russian)
3. Gunko S.N., Voitsekhovskaya E.V., Rebezov M.B. The quality of grain products depends on conditions during long-term storage. *Food. Ecology. Quality: materials of the XVII International Scientific and Practical Conference*. Yekaterinburg. 2020. 195-199. (in Russian)
4. Shatnyuk L. N. Innovative ingredients for enriching bakery products. *Confectionery and bakery production*. 2016; 7-8: pp. 41-45. (in Russian)
5. Gromova S.N., Kostylev P.I., Skripka O.V., Podgorny S.V., Nekrasova O.A. The results of the study of samples of winter soft wheat competitive variety testing for yield and grain quality. *Agrarian science*. 2020; (10): 56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-342-10-56-59> (in Russian)
6. Global health estimates: major causes of DALY [Electronic resource], <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/global-health-estimates-leading-causes-of-dalys> (in Russian)
7. Potoroko I.Yu., Paymulina A.V., Uskova D.G., Kalinina I.V., Popova N.V., Shirish Sonavein. Antioxidant properties of functional food ingredients used in the production of bakery and dairy products, their influence on the quality and shelf life of products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2017; 79(4): 143–151. DOI:10.20914/2310-1202-2017-4-143-151 (in Russian)
8. Shatilov A.V., Bogdanova O.G., Korobov A.V. The role of antioxidants in the body in normal and pathological conditions. *Veterinary pathology*. 2007; 2: 207–211. (in Russian)
9. Imran M, Ghorat F, Ul-haq I, Ur-rehman H, Aslam F, Heydari M, et al. Lycopenene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders. *Antioxidants* 2020; 9(8):1-27. <https://doi.org/10.3390/antiox9080706>
10. Khairullina V.R. et al. Determination of antioxidant activity of quercetin and dihydroquercetin in binary compositions. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2008; 4: 59–64. (in Russian)
11. Lin J., Zhou W. Role of quercetin in the physicochemical properties, antioxidant and antiglycation activities of bread. *J. of Functional Foods*. 2018; 40: 299-306.
12. Naczki M., Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *J. Chromatogr. A*. 2004; 1054(1–2): 95–111.
13. Wang S. et al. Application of nanotechnology in improving bioavailability and bioactivity of diet-derived phytochemicals. *J. of Nutritional Biochemistry*. 2014; 25: 363-376.
14. Agati G., Azzarello E., Pollastri S., Tattini M. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Sci*. 2012; 196(3): 67–76.
15. Parker M. L. et al. The phenolic acid and polysaccharide composition of cell walls bran layers of mature wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Avalon) grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005; 85: P. 2539-2547.
16. Perlovich G.L., Ryzhakov A.M., Strakhova N.N., Kazachenko V.P., Schaper K.J., Raevsky O.A. Thermodynamic aspects of solubility and partitioning processes of some sulfonamides in the solvents modeling biological media. *J. Chem. Thermodyn*. 2014; 69(2): 56–65.
17. Zhang H. et al. Structure-solubility relationships and thermodynamic aspects of solubility of some flavonoids in the solvents modeling biological media. *Journal of Molecular Liquids*. 2017; 225: 439-445.
18. Weston L.A., Mathesius U. Flavonoids: their structure, biosynthesis and role in the rhizosphere, including allelopathy. *J. Chem. Ecol*. 2013; 39(2): 283–297.
19. González R. et al. Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2011; 51(4): 331–362.
20. Smolnikova F.Kh. et al. Improvement of technologies of bakery products. *Current state, prospects for the development of agricultural machinery and the production of specialized food products: Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Omsk. 2020. 502-504. eLIBRARY ID: 44829926(in Russian)
21. Mironova G.D. et al. Prospects for the use of regulators of oxidative stress in the comprehensive treatment of the novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and its complications. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2020; 24(16): 8585–8591.

ОБ АВТОРАХ:

Ринат Ильгидарович Фаткуллин, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1498-0703>
 fatkullinri@susu.ru

Ирина Валерьевна Калинина, доктор технических наук, профессор кафедры пищевых и биотехнологий, доцент, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>
 kalininaiv@susu.ru

Наталья Владимировна Науменко, доктор технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, доцент, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>
 naumenkonv@susu.ru

Наталья Викторовна Попова, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>
 nvpopova@susu.ru

Екатерина Евгеньевна Науменко, студент, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-0213-1595>
 9193122375@mail.ru

Ева Иванисова, PhD, доцент Института пищевых наук Словацкий сельскохозяйственный университет, 2 Триеда Андрея Глинка, Нитра, 94976, Словакия
<https://orcid.org/0000-0001-5193-2957>
 eva.ivanisova@uniag.sk

Андрей Константинович Васильев, студент, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-8481-7656>
 mbz2018vak72@susu.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Rinat Ilgidarovich Fatkullin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-1498-0703>
 fatkullinri@susu.ru

Irina Valerievna Kalinina, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food and Biotechnology, Associate Professor, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6246-9870>
 kalininaiv@susu.ru

Natalya Vladimirovna Naumenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, Associate Professor, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9520-3251>
 naumenkonv@susu.ru

Natalia Viktorovna Popova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7665-5984>
 nvpopova@susu.ru

Ekaterina Evgenievna Naumenko, student, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0213-1595>
 9193122375@mail.ru

Eva Ivanisová, PhD, Associate Professor, Institute of Food Sciences, Slovak University of Agriculture, 2 Trieда Andreja Hlinku, Nitra, 94976, Slovakia
<https://orcid.org/0000-0001-5193-2957>
 eva.ivanisova@uniag.sk

Andrey Konstantinovich Vasiliev, student, South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-8481-7656>
 mbz2018vak72@susu.ru



О.В. Зинина^{1,2}, ✉
Я.С. Павлова²,
М.Б. Ребезов^{2,3},
И.М. Чанов¹,
А.Д. Николина¹,
Г.Н. Нурымхан⁴

¹ Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

⁴ Университет Шакарима, Семей, Республика Казахстан

✉ zininaov@susu.ru

Поступила в редакцию:
17.08.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
16.09.2022



Oksana V. Zinina^{1,2}, ✉
Yana S. Pavlova²,
Maksim B. Rebezov^{2,3},
Ilya M. Chanov¹,
Anna D. Nikolina¹,
Gulnur N. Nurymkhan⁴

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Ural State Agricultural University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатовof the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

⁴ Shakarim University, Semey, Republic of Kazakhstan

✉ zininaov@susu.ru

Received by the editorial office:
17.08.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
16.09.2022

Разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами

РЕЗЮМЕ

Актуальность. С одной стороны, недостаток физиологически важных нутриентов в питании привел к необходимости разработки обогащенных продуктов питания. С другой стороны, на предприятиях пищевой промышленности образуется большое количество отходов, богатых разными функциональными ингредиентами. Печенье, и особенно крекер, широко употребляется молодежью, для которой здоровое питание имеет наиболее важное значение. В связи с этим, актуальны разработки данной продукции с включением в состав пищевых волокон, получаемых из вторичных растительных ресурсов.

Методы. Объектом исследования является крекер, обогащенный пищевыми волокнами концентрата, полученного ферментацией банановой кожуры. В лабораторных условиях получен концентрат пищевых волокон, исследованы его физико-химические показатели по стандартным методикам. Смоделированы рецептуры крекера с введением в состав полученного концентрата, изготовлены опытные образцы печенья по оптимизированным рецептурам.

Результаты. Получен концентрат пищевых волокон после ферментации банановой кожуры. Определены его физико-химические показатели: содержание белка — 3,0%, жира — 0,2%, углеводов — 21,0%, пищевых волокон — 60,4%. С помощью надстройки «Поиск решения» программы «Excel» смоделированы рецептуры крекера с содержанием пищевых волокон 4 г на 100 г продукта, что обеспечит 20% от суточной нормы их потребления. По полученным рецептурам в лабораторных условиях изготовлены образцы крекера. Определены их органолептические и физико-химические показатели. Полученные результаты показали, что наиболее оптимальными вариантами рецептур крекера, соответствующих ГОСТ 14033-2015, являются варианты № 1 и № 2. Крекер, изготовленный по варианту № 3, не соответствует нормативной документации по массовой доле влаги. Таким образом, на основе банановой кожуры можно получить концентрат пищевых волокон, который эффективно обогащает продукты питания пищевыми волокнами. При введении в состав крекера концентрата пищевых волокон получается приемлемый по органолептическим показателям продукт, полезный для здоровья.

Ключевые слова: ферментация, концентрат пищевых волокон, крекер, моделирование рецептуры, банановая кожура

Для цитирования: Зинина О.В. и другие. Разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами. 2022; 362 (9): 173–179. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179>

© Зинина О.В., Павлова Я.С., Ребезов М.Б., Чанов И.М., Николина А.Д., Нурымхан Г.Н.

Development and examination of a cracker enriched with dietary fiber

ABSTRACT

Relevance. On the one hand, the lack of physiologically important nutrients in the diet has led to the need to develop enriched foods. On the other hand, the food industry generates a large amount of waste rich in various functional ingredients. Biscuits, and especially crackers, are widespread food among young people, for whom a healthy diet is of the utmost importance. In this regard, the development of these products with the added of dietary fibers obtained from plant by-products is relevant.

Methods. The object of the study is a cracker enriched with dietary fiber concentrate obtained by banana peel fermentation. The concentrate of dietary fiber was obtained under laboratory conditions; its physico-chemical indicators were studied according to standard methods. Cracker recipes with the addition of the concentrate into the composition were modeled, samples of biscuits were made according to optimized recipes.

Results. Dietary fiber concentrate was obtained after banana peel fermentation. Its physico-chemical indicators were determined: protein content — 3.0%, fat — 0.2%, carbohydrates — 21.0%, dietary fiber — 60.4%. Cracker recipes with 4 g fiber per 100 g of product were modeled using the “Solver” (“Excel”) add-in to provide 20% of the daily value consumption. According to the obtained recipes, cracker samples were made in laboratory conditions. Their sensory and physico-chemical indicators were determined. The obtained results showed that variants No. 1 and No. 2 are the most optimal options for cracker recipes that comply with GOST 14033-2015. Sample made according to variant of recipe No. 3 does not comply with the normative documentation on the mass fraction of moisture. Thus, on the basis of a banana peel, it is possible to obtain a concentrate of dietary fiber, which effectively enriches food products with dietary fiber. With the addition of dietary fiber concentrate into the composition of the cracker, a product that is acceptable in terms of sensory indicators and beneficial to health is obtained.

Key words: fermentation, dietary fiber concentrate, cracker, recipe modeling, banana peel

For citation: Zinina O.V. et al. Development and examination of a cracker enriched with dietary fiber. 2022; 362 (9): 173–179. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-173-179> (In Russian).

© Zinina O.V., Pavlova Ya.S., Rebezov M.B., Chanov I.M., Nikolina A.D., Nurymkhan G.N.

Введение / Introduction

В последние годы в структуре потребления пищевых продуктов на территории Российской Федерации наблюдаются отклонения от современных принципов здорового питания в сторону дефицита физиологически важных микронутриентов, что отрицательно сказывается на здоровье населения [1–3].

Нестабильный рацион питания, постоянное потребление консервированной пищи, а также химизация окружающей среды приводят к ухудшению здоровья и сокращению продолжительности жизни населения России [4, 5]. Данная социальная проблема обостряется в условиях современной экономической ситуации, складывающейся в стране в условиях экономических санкций и ограничения поставок сырья и отдельных продуктов питания [6].

Российская Федерация является лидером по потреблению мучных кондитерских изделий среди стран Европы [7]. Доля производства крекеров среди мучных кондитерских изделий составляет 20% [8]. Печенье, которое характеризуется калорийностью и лёгкостью, очень сытное, а иногда и полезное для здоровья человека, заменило собой привычный обычному потребителю хлеб [9].

Учитывая мировые тенденции развития рынка мучных кондитерских изделий, рынок крекеров имеет хорошие перспективы как рынок продуктов, близких к снекам, спрос на которые постоянно растёт. Поэтому позиционирование крекера как закуски для утоления голода и расширение ассортимента могут дать значительный импульс развитию рынка и, как следствие, значительному увеличению объёмов за счёт не только разработки новых продуктов, но и учёта различных ситуаций потребления [10]. Основными потребителями крекеров являются дети, подростки и молодые люди. Для данной категории населения особо важно придерживаться здорового питания [11].

На современном продовольственном рынке даже самый взыскательный потребитель сможет найти продукт по вкусу [10]. Согласно современным тенденциям, в крекеры, изготовленные по традиционным технологиям, производители чаще всего добавляют сыр, розмарин, лук жареный и семена различных растений. В сладкие крекеры добавляется мёд, сахар, сухофрукты и орехи. Из всего этого следует, что энергетическая ценность крекеров велика, а что касается витаминов и минеральных веществ, то крекер в этом плане достаточно беден [9, 12].

В связи с широкой популярностью крекера среди молодых людей и недостатком в их питании пищевых волокон, принято решение в качестве объекта исследования использовать крекер, обогащенный пищевыми волокнами.

Согласно исследованиям ФАО/ВОЗ, средний уровень потребления пищевых волокон среди населения составляет менее 50% от физиологической нормы [13]. Такой несущественный уровень потребления пищевых волокон является фактором риска с точки зрения развития

множества неинфекционных заболеваний. Проблема эффективного увеличения количества пищевых волокон в рационе питания современного человека достаточно остро стоит в промышленно развитых странах.

Все перечисленные выше обстоятельства приводят к необходимости создания продуктов, обогащенных отдельными компонентами или композициями пищевых волокон, источниками которых служат как традиционные, так и нетрадиционные виды пищевого сырья [14–17]. Основным источником пищевых волокон являются продукты растительного происхождения [18].

Для получения пищевых волокон с целью обогащения продуктов питания используют разнообразное растительное сырье, богатое ими. В том числе источником пищевых волокон могут являться отходы переработки растительного сырья в виде очистков, жмыхов и кожуры [7, 19].

Банан — это растение, выращиваемое во многих тропических странах по всему миру и имеющее съедобные плоды. Всего известно около 500 различных сортов бананов, используемых на пищевые и кормовые цели. Мякоть плода, которая ценится человеком из-за своих вкусовых свойств, составляет около 60%, остальное — кожура, которая не используется в пищевых целях и выбрасывается как отходы. Однако банановая кожура имеет богатый химический состав и может быть вторично переработана и использована на самые различные цели.

На территории России имеющийся климат не способствует выращиванию бананов. Из-за температуры зимой ниже нуля плоды бананов не созревают до состояния готовности применения в пищу, так как их период созревания достаточно длительный. Согласно информации Федеральной службы государственной статистики, импорт бананов на территорию России из Эквадора составляет около 1,332 млн т.

Банановая кожура, помимо того, что является одним из основных источников отходов, образующихся при переработке бананов, также содержит богатые углеродом органические соединения, такие как целлюлоза (7,6–

Рис. 1. Технологическая схема получения концентрата пищевых волокон
Fig. 1. Technological scheme for obtaining dietary fiber concentrate



Таблица 1. Банк данных для проведения моделирования рецептуры крекера

Table 1. Data bank for cracker recipe modeling

Компонент рецептуры	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	белок	жиры	углеводы	пищевые волокна	
Мука пшеничная	10,8	1,3	69,9	3,5	334
Мука овсяная	13,0	6,8	64,9	4,5	369
Концентрат пищевых волокон	3,0	0,2	21,0	60,4	534
Масло сливочное	0,8	72,5	1,3	0,0	661
Меланж куриных яиц	12,7	11,5	0,7	0,0	157
Соль пищевая	0	0	0	0,0	0
Дрожжи хлебопекарные	13,5	1	10	0,0	85
ИТОГО	12,09	11,02	65,67	4	410

Таблица 2. Балансовые уравнения

Table 2. Balance equations

Балансовый показатель	Уравнения и ограничения
Содержание белка	$10,8x_1 + 13x_2 + 3x_3 + 0,8x_4 + 12,7x_5 + 13,5x_7$
Содержание жира	$1,3x_1 + 6,8x_2 + 0,2x_3 + 72,5x_4 + 11,5x_5 + x_7$
Содержание углеводов	$69,9x_1 + 64,9x_2 + 21x_3 + 1,3x_4 + 0,7x_5 + 10x_7$
Содержание пищевых волокон (функция цели)	$3,5x_1 + 4,5x_2 + 60x_3 = 4$
Единица продукта	$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 1$
Энергетическая ценность	$334x_1 + 369x_2 + 534x_3 + 661x_4 + 157x_5 + 85x_7$

Таблица 3. Рецептуры экспериментальных образцов крекера

Table 3. Formulations of experimental cracker samples

Наименование сырья (без воды питьевой)	Расход сырья на 100 кг сырья, кг		
	образец 1	образец 2	образец 3
Мука пшеничная высшего сорта	60,95	52,20	65,87
Мука овсяная	35,00	30,00	30,00
Концентрат пищевых волокон	0,49	1,37	0,57
Сливочное масло	10,00	10,00	10,00
Меланж	5,00	5,00	5,00
Соль	1,77	1,77	1,77
Дрожжи	1,79	1,79	1,79
Итого	115	102,13	115

Таблица 4. Показатели качества выбранных рецептур крекеров

Table 4. Quality indicators of selected cracker recipes

Показатели	Содержание в 100 г продукта		
	1-я рецептура (образец 1)	2-я рецептура (образец 2)	3-я рецептура (образец 3)
Белки, г	12,09*	10,49*	11,97*
Жиры, г	11,02*	10,56*	10,74*
Углеводы, г	65,67*	56,30*	65,85*
Пищевые волокна, г	4,00*	4,00*	4,00*
Энергетическая ценность, ккал	410,80	367,84	409,23

Примечание: * — результаты достоверны, $p \leq 0,05$

9,6%), гемицеллюлоза (6,4–9,4%), пектин (10–21%), лигнин (6–12%), хлорофилловые пигменты и некоторые другие низкомолекулярные соединения [19, 20].

Таким образом, источником пищевых волокон для последующего обогащения крекеров выбрана банановая кожура.

Целью работы является разработка и исследование крекера, обогащенного пищевыми волокнами концентрата банановой кожуры.

Материал и методы исследования / Materials and method

В качестве источника пищевых волокон для получения концентрата использовалась банановая кожура, которую подвергали биотехнологической обработке для удаления расщепляемых бактериями химических веществ и перевода их в растворимую форму.

В качестве объекта обогащения выбран крекер, рецептура которого смоделирована в программе «Excel».

Для получения концентрата пищевых волокон использовали биотехнологическую обработку кожуры закваской «Вегаферм», в состав которой входят следующие микроорганизмы: *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*, *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.

Схема получения концентрата представлена на рисунке 1.

После получения концентрата пищевых волокон определили его физико-химические показатели по стандартным методикам и смоделировали рецептуры крекера с введением в состав данного концентрата.

По полученным рецептурам в лабораторных условиях изготовили опытные образцы крекеров и оценили органолептические и физико-химические показатели в соответствии с ГОСТ 14033-2015 «Крекер. Общие технические условия».

Органолептические исследования проводили методом балльной оценки среди потребителей, для которых предназначен данный продукт, — дегустацией опытных образцов крекера студентами. В исследовании приняли участие 34 студента в возрасте от 18 до 24 лет

(23 представителя женского и 11—мужского пола). Потребителям в процессе дегустации предлагалось ознакомиться со шкалой оценок и затем выставить оценки от 1 до 5 по следующим показателям: поверхность, форма, цвет, вид в изломе, вкус и запах.

Оценка массовой доли влаги проводилась согласно ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», оценка кислотности — по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щёлочности», оценка намокаемости — по ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские. Методы определения намокаемости».

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с применением общепринятых методов статистики, полученные результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Моделирование рецептуры крекера проводили в программе «Excel» с помощью надстройки «Поиск решения».

Для моделирования рецептуры составляли банк данных о показателях качества компонентов, входящих в рецептуру крекера (таблица 1). При этом экспериментально установлены данные по показателям концентрата пищевых волокон.

После формирования банка данных были составлены балансовые уравнения для моделирования рецептуры крекера. Функцией цели выбрано содержание пищевых

Рис. 2. Технологическая схема приготовления крекера

Fig. 2. Technological scheme for the preparation of crackers

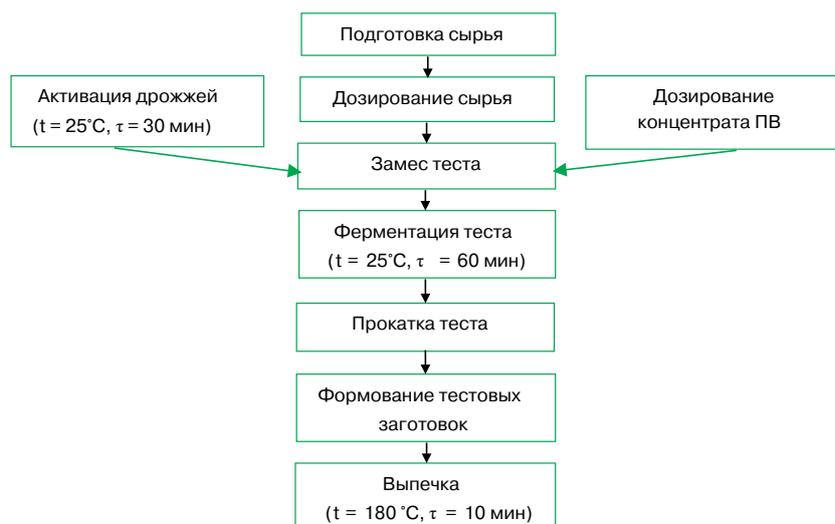


Рис. 3. Органолептические показатели образцов крекера

Fig. 3. Sensory characteristics of cracker samples

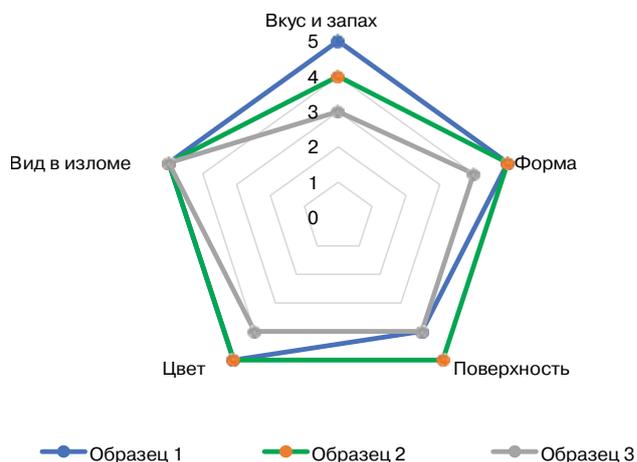


Рис. 4. Внешний вид заготовок теста и крекеров

Fig. 4. Appearance of dough and crackers



Тестовая заготовка образцов (образцы 1, 2, 3)



Внешний вид образцов крекера (образцы 1, 2, 3)

Таблица 5. Физико-химические показатели образцов крекера

Table 5. Physico-chemical parameters of cracker samples

Наименование показателя	Значение показателя для крекера			
	по ГОСТ 14033-2015	Образец		
		1	2	3
Массовая доля влаги, %	не более 7,0	6,90*	7,00*	11,40*
Кислотность, град.	не более 2,5	1,05*	1,77*	1,50*
Намокаемость, %	не менее 140	146	155	142

Примечание: * — результаты достоверны, $p \leq 0,05$

волокон, для которых установлен уровень покрытия суточной нормы 20% в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», то есть в 100 г продукта должно содержаться 4 г пищевых волокон (таблица 2).

Из предложенных программой вариантов выбраны 3 рецептуры (таблица 3), по которым изготовили крекер в лабораторных условиях (рисунок 2).

Для каждой рецептуры рассчитаны содержание белков, жиров, углеводов, пищевых волокон и энергетическая ценность на 100 г продукта (таблица 4).

Таким образом, с помощью настройки «Поиск решений» получено три рецептуры крекера, употребление которого в количестве 100 г/сут. покрывает 20% рекомендуемой суточной нормы потребления пищевых волокон. По полученным рецептурам и приведенной технологической схеме изготовлены опытные образцы крекера.

Органолептические показатели качества крекеров, определенные методом балльной оценки, приведены на рисунке 3.

Образцы крекера имели выраженный вкус и запах, сформированные в процессе выпечки, без посторонних

привкусов и запахов. Форма круглая, без вмятин, трещин и поврежденных краев, поверхность гладкая с наличием сквозных проколов. Цвет равномерный светло-соломенный, с видимыми включениями волокон. В изломе пропеченное изделие без следов непромеса, наблюдается наличие пищевых волокон, тонкостенная слоистость с неравномерными порами.

По результатам органолептической оценки можно сделать вывод, что высшие оценки получили образцы 1 и 2 с содержанием пищевых волокон 0,49 г на 100 г и 1,37 г на 100 г.

На рисунке 4 представлен внешний вид заготовок теста и полученных крекеров (образцы 1–3).

Результаты определения физико-химических показателей крекера представлены в таблице 5.

Полученные результаты органолептических и физико-химических исследований показали, что наиболее оптимальными вариантами рецептур крекера, соответствующих ГОСТ 14033-2015, являются варианты 1 и 2. Образец, изготовленный по варианту рецептуры 3, не соответствует нормативной документации по массовой доле влаги.

Выводы / Conclusion

Результаты работы показали, что банановая кожура может быть рационально переработана в концентрат пищевых волокон, который эффективен для обогащения крекеров.

Изготовленные образцы крекеров с содержанием пищевых волокон 4 г на 100 г продукта обладали приемлемыми органолептическими показателями. По исследуемым физико-химическим показателям образцы 1 и 2 соответствовали требованиям ГОСТ 14033-2015.

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. Дыдыкин А.С., Лисицын А.Б., Асланова М.А. Функциональные продукты – современный вектор развития пищевой индустрии. *Функциональные продукты питания: научные основы разработки, производства и потребления: сборник докладов III Международной научно-практической конференции*. Москва. 2019; 24–32.
2. Пацюк Л.К., Алабина Н.М., Федосенко Т.В. Анализ основных видов сырья по биохимическому составу, используемых для создания функциональных продуктов. *Аграрная наука*. 2018; 320(11-12):49–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2018-320-11-49-53>
3. Наумова Н.Л., Ребезов М.Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. *Фундаментальные исследования*. 2012; 4-1: 96-200. eLIBRARY ID: 17866404
4. Асенова Б.К. и др. Технология производства функциональных продуктов питания для экологически неблагоприятных регионов. *Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства*. 2013; 1:313-316. eLIBRARY ID: 20469195
5. Sarkar T. *et al.* Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022 DOI 10.1080/10408398.2022.2095555
6. Атурин В.В. Антироссийские экономические санкции и проблемы импортозамещения в условиях современной международной конкуренции. *Вестник Евразийской науки*. 2019; (2). <https://esj.today/PDF/40ECVN219.pdf>

REFERENCES

1. Dydykin A.S., Lisitsyn A.B., Aslanova M.A. Functional products are a modern vector for the development of the food industry. *Functional food products: scientific bases of development, production and consumption: collection of reports of the III International Scientific and Practical Conference*. Moscow. 2019; 24–32. (in Russian)
2. Patsyuk L.K., Alabina N.M., Fedosenko T.V. Analysis of the main types of raw materials by biochemical composition used to create functional products. *Agricultural science*. 2018; 320(11-12):49–53. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2018-320-11-49-53> (in Russian)
3. Naumova N.L., Rebezov M.B. Trace element status of Chelyabinsk residents as a rationale for the development of fortified food production. *Basic research*. 2012; 4-1: 96-200. eLIBRARY ID: 17866404 (in Russian)
4. Asenova B.K. *et al.* Technology for the production of functional food products for environmentally unfavorable regions. *Trade and economic problems of the regional business space*. 2013; 1:313-316. eLIBRARY ID: 20469195 (in Russian)
5. Sarkar T. *et al.* Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022. DOI 10.1080/10408398.2022.2095555
6. Aturin V.V. Anti-Russian economic sanctions and problems of import substitution in the conditions of modern international competition. *Bulletin of Eurasian Science*. 2019; (2). <https://esj.today/PDF/40ECVN219.pdf> (in Russian)

7. Нечушкина А.Д., Альшевская М.Н. Обоснование возможности использования жмыха моркови и рисовой муки в технологии мучных кондитерских изделий типа «крекеры». *Вестник молодежной науки*. 2021; (3).

8. Ковалева Д.А., Ковалева А. Е. Обоснование использования гречневой муки и сыра в рецептуре крекеров. *Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях : 9-й Международная научно-практическая конференция*. Курск, 2021; 217–220.

9. Ковалева А.Е., Рязанцева А.С. Разработка рецептуры крекеров, обогащенных растительным сырьем. *Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : 2-ая Всероссийская научная конференция*. Курск, 2019; 157–161.

10. Праздничкова Н.В., Блинова О.А., Троц А.П., Макушин А.Н. Анализ рынка, крекеров в торговых предприятиях Г.О. Кинель. *Успехи современной науки и образования*. 2016; 13–14.

11. Будкевич Р.О., Будкевич Е.В., Бакуменко О.Е., Евдокимов И.А. Пищевой рацион и хронофизиологические особенности пищевого поведения студентов. *Функциональные продукты питания: научные основы разработки, производства и потребления: III Международная научно-практическая конференция*. 2019; 62–66.

12. Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Рязанцева А.С., Маншин А.А. Разработка рецептуры крекера повышенной пищевой ценности. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2021; 4. DOI 10.24412/2311-6447-2021-4-10-16

13. Пырьева Е.А., Сафронова А.И. Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения. *Вопросы питания*. 2019; 6:5-11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10059

14. Куцова А.Е., Куцов С.В., Шахов С.В., Глотова И.А. Обогащение продуктов пищевыми волокнами – основа сбалансированного питания. *Международный научный вестник*. 2015; 49–52.

15. Утегенова А.О., Асенова Б.К., Смольникова Ф.Х., Ребезов М.Б. Использование подсолнечного шрота в качестве биологически активной добавки в производстве хлебобулочных изделий. *Качество продукции, технологий и образования : Материалы X Международной научно-практической конференции*. Магнитогорск. 2015.; 104-107 eLIBRARY ID: 23533072

16. Асенова Б.К. и др. Использование зародышей пшеницы в производстве функциональных хлебобулочных изделий. *Пища. Экология. Качество : XIV международной научно-практической конференции*. Новосибирск. 2017; 58-61 eLIBRARY ID: 32154498

17. Sarkar T. *et al.* Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022 DOI 10.1080/10408398.2022.2033953

18. Скорбина Е.А., Сычева О.В., Трубина И.А., Ежова Е.О. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами. *Индустрия хлебопечения*. 2021:30–32.

19. Alzate Acevedo S., Diaz Carrillo Á.J., Flórez-López E., Grande-Tovar C.D. Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy. *Molecules*. 2021; (26):5282. <https://doi.org/10.3390/molecules26175282>

20. El Barnossi A., Moussaid F., Iraqi A. Tangerine, banana and pomegranate peels valorisation for sustainable environment: A review. *Biotechnol. Reports*. 2021; (29):e00574.

ОБ АВТОРАХ:

Оксана Владимировна Зинина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация
Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620072, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>
zininaov@susu.ru

Яна Сергеевна Павлова, аспирант, старший преподаватель кафедры биотехнологии и пищевых продуктов,
Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620072, Российская Федерация
yana.laborant.pavlova@mail.ru

Nechushkina A.D., Alshevskaya M.N. Substantiation of the possibility of using carrot cake and rice flour in the technology of flour confectionery products such as “crackers”. *Bulletin of youth science*. 2021; (3). (in Russian)

8. Kovaleva D.A., Kovaleva A.E. Rationale for the use of buckwheat flour and cheese in the formulation of crackers. *New conceptual approaches to solving the global problem of ensuring food security in modern conditions : 9th Intern. Scientific and Practical Conference*. Kursk, 2021; 217–220. (in Russian)

9. Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S. Development of recipes for crackers enriched with vegetable raw materials. *Problems and prospects for the development of Russia: 2nd All-Russian Scientific Conference*. Kursk, 2019;157–161. (in Russian)

10. Prazdnichkova N.V., Blinova O.A., Trots A.P., Makushin A.N. Analysis of the market, crackers in commercial enterprises G.O. Kinel. *Successes of modern science and education*. 2016; 13–14. (in Russian)

11. Budkevich R.O., Budkevich E.V., Bakumenko O.E., Evdokimov I.A. Dietary ration and chronophysiological features of students' eating behavior. *Functional food products: scientific bases of development, production and consumption: III Intern. Scientific and Practical Conf*. 2019; 62–66. (in Russian)

12. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S., Manshin A.A. Development of a recipe for a cracker with increased nutritional value. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products*. 2021; 4. DOI 10.24412/2311-6447-2021-4-10-16 (in Russian)

13. Pyreva E.A., Safronova A.I. The role and place of dietary fiber in the structure of nutrition of the population. *Voprosy Pitaniya (Nutrition issues)*. 2019; 6:5-11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10059 (in Russian)

14. Kutsova A.E., Kutsov S.V., Shakhov S.V., Glotova I.A. Enrichment of foods with dietary fiber is the basis of a balanced diet. *International Scientific Bulletin*. 2015; 49–52. (in Russian)

15. Utegenova A.O., Asenova B.K., Smolnikova F.Kh., Rebezov M.B. The use of sunflower meal as a biologically active additive in the production of bakery products. *Quality of products, technologies and education : Materials of the X Intern. Scientific and Practical Conference*. Magnitogorsk. 2015; 104-107 eLIBRARY ID: 23533072 (in Russian)

16. Asenova B.K. *et al.* Use of wheat germ in the production of functional bakery products. *Food. Ecology. Quality : XIV International Scientific and Practical Conference*. Novosibirsk. 2017; 58-61 eLIBRARY ID: 32154498 (in Russian)

17. Sarkar T. *et al.* Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2022. DOI 10.1080/10408398.2022.2033953

18. Skorбина Е.А., Sycheva O.V., Trubina I.A., Ezhova E.O. Enrichment of bakery products with dietary fiber. *Bakery industry*. 2021:30–32. (in Russian)

19. Alzate Acevedo S., Diaz Carrillo Á.J., Flórez-López E., Grande-Tovar C.D. Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy. *Molecules*. 2021; (26):5282. <https://doi.org/10.3390/molecules26175282>

20. El Barnossi A., Moussaid F., Iraqi A. Tangerine, banana and pomegranate peels valorisation for sustainable environment: A review. *Biotechnol. Reports*. 2021; (29):e00574.

ABOUT THE AUTHORS:

Oksana Vladimirovna Zinina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation
Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht str, Yekaterinburg, 620072, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>
zininaov@susu.ru

Yana Sergeevna Pavlova, graduate student, senior lecturer of the Department of Biotechnology and Food Products,
Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht str, Yekaterinburg, 620072, Russian Federation
yana.laborant.pavlova@mail.ru

ОБ АВТОРАХ:

Максим Борисович Ребезов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

-Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Российская Федерация
-Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого Российской академии наук, ул. Талалихина, 26, Москва, 109316, Российская Федерация

E-mail: rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Илья Михайлович Чанов, студент,

Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-7484-3252>

chanovi2000@mail.ru

Анна Дмитриевна Николина, студент,

Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-0988-0695>

nikolina2001@mail.ru

Гульнур Несиптаевна Нурымхан, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, инженерно-технологический факультет

Университет Шакарима, ул. Глинки, 20А, Семей, 071412, Республика Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>

gulnu-n@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Maksim Borisovich Rebezov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

-Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht, str., Yekaterinburg, 620075, Russian Federation

-V.M. Gorbatov Federal Scientific Center of Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 26 Talalikhin, str., Moscow, 109316, Russian Federation

E-mail: rebezov@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

Ilya Mikhailovich Chanov, student,

South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-7484-3252>

chanovi2000@mail.ru

Anna Dmitrievna Nikolina, student

South Ural State University, 76 Lenin ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0988-0695>

nikolina2001@mail.ru

Gulnur Nesiptaevna Nurymkhan, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Faculty of Engineering and Technology

Shakarim University, 20A Glinka str., Semey, 071412, Republic of Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-0955-3520>

gulnu-n@mail.ru

Россия в системе интеграции агропродовольственных рынков Евразийского экономического союза: монография / В.Е. Ковалев, А.Н. Семин; М-во науки высш. образования Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2021. – 309 с. Шифр ЦНСХБ 21-5759.

Монография посвящена исследованию теоретических и методологических основ экономической интеграции агропродовольственных систем, выявлению и обоснованию ключевых детерминант возможных конфликтов национальных интересов в сфере АПК, проявляющиеся через реформирование системы государственного регулирования. Выявлены и систематизированы факторы, препятствующие более глубокой интеграции аграрных рынков стран – участниц евразийской агропродовольственной системы. Обоснована роль агропродовольственного сектора экономики РФ как центрального звена в процессе формирования и развития ядра аграрной интеграции евразийской агропродовольственной системы. Выявлены таможенные эффекты интеграции агропродовольственных рынков ЕАЭС, порождающие серьезные риски для агропродовольственного сектора экономики РФ, связанные с различным позиционированием стран – членов данного регионального торгового соглашения в ВТО. Разработан алгоритм, определяющий формирование эффективного механизма государственного регулирования рыночных отношений в АПК РФ с учетом реализуемых принципов ускоренного импортозамещения и экспортрасширения. Книга содержит приложение на 20 страницах и список использованной отечественной и иностранной литературы из 391 источника. Монография предназначена для исследователей экономики АПК, ученых, занимающихся проблемами интеграции агропродовольственных рыночных систем, экспертов и аналитиков, интересующихся вопросами развития агропродовольственного сектора экономики РФ в условиях ВТО и ЕАЭС, аспирантов и студентов магистратуры.

Аграрные проблемы и новые модели экономического развития в странах Востока: Коллективная монография. / Отв. Ред. и сост. И.В. Дерюгина; Институт востоковедения РАН. – М. : ИВРАН, 2021. – 544 с. Цифр ЦНСХБ 21-6100.

Монография посвящена актуальным вопросам современности аграрным проблемам и новым моделям развития стран Востока. Исследовано влияние аграрных реформ на развитие сельского хозяйства и динамику экономического роста в аграрном секторе стран Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии, уровень продовольственной безопасности и самообеспечение продуктами питания в странах Океании, Центральной Азии и Африки. Рассмотрены проблемы неравенства в социально-экономическом развитии стран Востока и влияние пандемии COVID-19 на усиление бедности и увеличение числа голодающих в этих странах. Представлены новые модели экономического развития в странах Азии и Северной Африки. Оценены новые формы организации производства, зеленые технологии, как драйвер экономического роста и перспективы развития водородной энергетики, предоставление финансовых услуг с помощью новых технологических платформ, с применением мобильных технологий, больших данных, искусственного интеллекта, цифровых валют, бесконтактной и биометрических технологий. Рассмотрены неакционные формы организации международного производства, которые используют транснациональные компании. Книга снабжена иллюстративным и табличным материалом и списком использованной литературы из 166 отечественных и иностранных источников.

Структурные изменения в сельском хозяйстве России по материалам Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 годов / Под общей ред. К.Э. Лайкана и А.В. Петрикова. – М. : ВИАПИ имени А.А. Никонова, 2020. – с. 310. Цифр ЦНСХБ 21-4969.

В монографии проанализированы структурные сдвиги в сельском хозяйстве страны за период между переписи

2006 и 2016 гг. Рассмотрены изменения в ресурсном потенциале отрасли в целом, в разрезе федеральных округов и субъектов Российской Федерации. Проведена оценка структурных изменений в размещении и посевной площади зерновых и зернобобовых культур, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля, овощных и бахчевых культур, а также структурных изменений в поголовье крупного рогатого скота, свиней, овец и коз, поголовье птицы. Выявлены структурные изменения в численности хозяйств – объектов переписи: специализации, структуре землепользования и посевов сельскохозяйственных культур, структуре поголовья скота, техническом обеспечении и трудовых ресурсах. Проведена классификация хозяйств основных категорий сельскохозяйственных производителей: сельскохозяйственных организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, личных подсобных хозяйств и других индивидуальных хозяйств граждан, некоммерческих (садоводческих, огороднических, дачных) объединений на основе стоимостных оценок их производственного потенциала. Проведена экономическая классификация категорий хозяйств по группам вмененного дохода за исследуемый период. Изложена методология формирования выборочных совокупностей личных подсобных хозяйств для статистического наблюдения за ними в межпереписной период. Информационной основой монографии послужили опубликованные Росстатом итоги Всероссийских сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 годов, а также базы обезличенных микроданных об объектах переписи. Список библиографии состоит из 4 наименований. Книга представляет интерес для научных работников, преподавателей экономических и аграрных вузов, студентов и аспирантов, специалистов органов управления АПК.

Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0. М. : ООО «Издательство МБА», 2021. 400 с. Шифр 21-4988.

В монографии рассмотрены основные направления и меры государственной поддержки развития агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземья. Отмечено значение и опыт развития АПК региона в дореформенный период, а также роль региона в экономике и обеспечении продовольственной безопасности страны в условиях глобальных климатических изменений и современных трендов природопользования. Рассмотрены вопросы совершенствования размещения сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности региона, формирование зон товарного производства. Определены структура продукции сельского хозяйства Нечерноземья по категориям хозяйств и регионы с высоким удельным весом рентабельных и убыточных сельскохозяйственных организаций, а также бюджетная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей. Рассмотрены проблемы социально-экономического и демографического развития села. Большое внимание уделено технологическим аспектам развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны, в том числе перспективам развития земледелия и мелиорации, селекции и семеноводства, производству зерна и кормов, льноводству, восстановлению коноплеводства, развитию оленеводства и пчеловодства. Определены условия результативности научно-инновационного обеспечения сельского хозяйства. В целях обеспечения безопасности населения и окружающей среды разработаны принципы радиационной безопасности контроля радиоактивного загрязнения. Даны рекомендации по развитию АПК и сельских территорий Нечерноземной зоны РФ до 2030 г. ориентированные на органы исполнительной, законодательной власти федерального и регионального уровней. Книга содержит 23 иллюстрации, 102 таблицы и список библиографии из 34 наименований.