

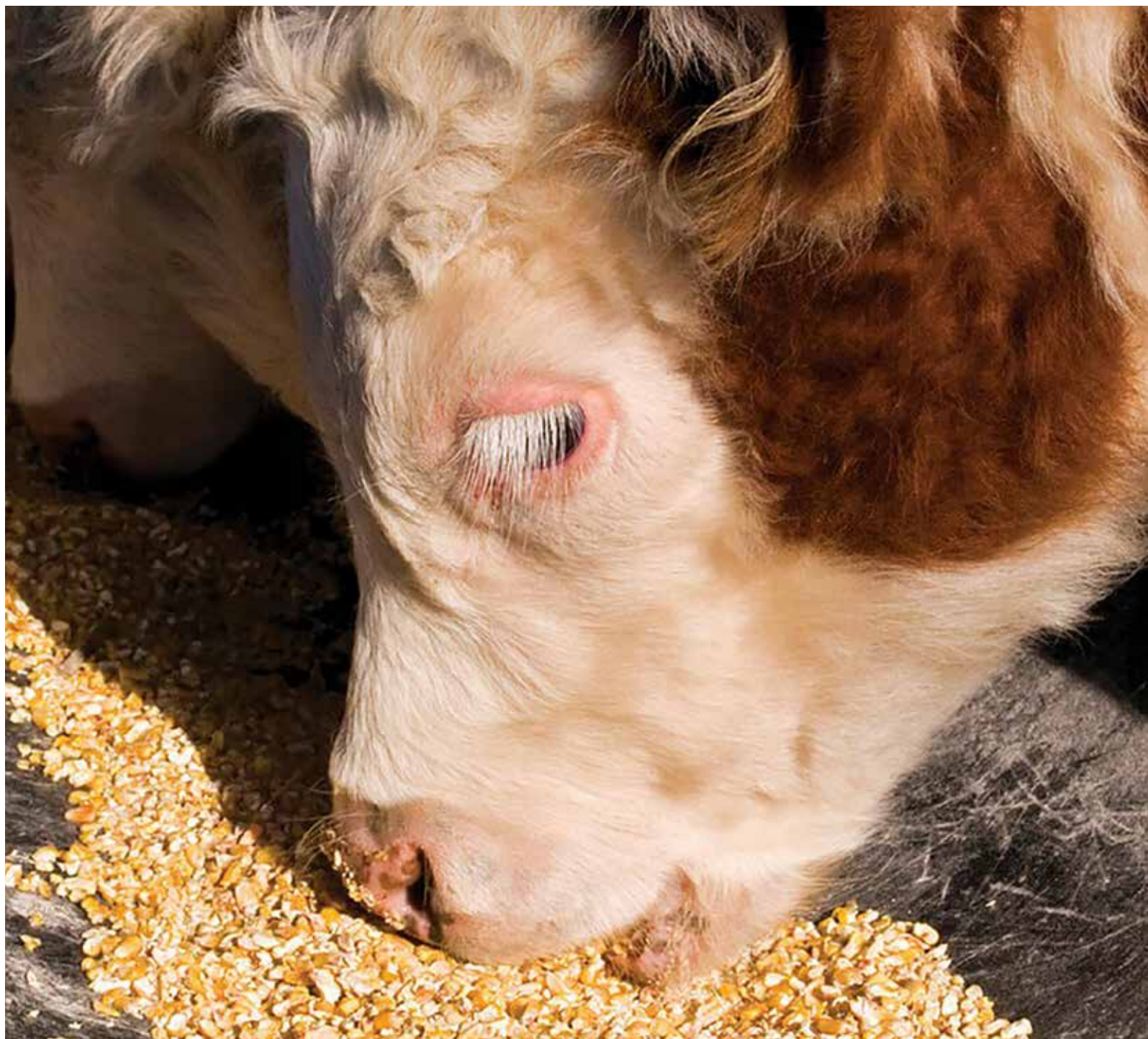
научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

5
2022



Наука

Качественный комбикорм – важный элемент решения многих проблем российского животноводства

10

Агропром

Вопреки санкциям, Россия остается надежным игроком на мировом рынке продовольствия

12

Кормопроизводство

Секреты высоких надоев

38

БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



5 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 359, номер 5, 2022

Volume 359, number 5, 2022

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

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-п

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

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

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

Шеф-редактор: Костромичева И.В.

Научный редактор: Долгая М.Н.

Дизайн и верстка: Полякова Н.О.

Журналист: Седова Ю.Г.

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

Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва,

ул. Марксистская, д. 3, стр. 7

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Сайты: www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

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

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

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

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

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

Подписной индекс «УралПресс»:

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

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.

Подписано в печать 14.06.2022

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»:

107023, г. Москва, ул. Электrozаводская,

д. 20, стр. 3

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

www.vivastar.ru

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

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

Издатель:

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

Главный редактор:

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

Редколлегия:

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

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.

5 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 359, номер 5, 2022
Volume 359, number 5, 2022

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

© journal «Agrarian science»

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Founder: Limited liability company
“VIC Animal Health”

Senior editor: Kostromicheva I.V.

Executive editor: Dolgaya M.N.

Design and layout: Poliakova N.O.

Journalist: Sedova Yu.G.

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

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

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Websites: www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

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

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

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

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

The circulation of 5000 copies.

Signed in print 14/06/2022

АГРАРНАЯ НАУКА AGRARIAN SCIENCE

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

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

Publisher:

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

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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. Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

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

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

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

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

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

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

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

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

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

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

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

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

Качественный комбикорм – важный элемент решения многих проблем российского животноводства.....	10
Россия, вопреки всем санкциям, остается надежным игроком на мировом рынке продовольствия.....	12
Центральный федеральный округ – драйвер развития производства товарного молока на территории РФ	13
Аквакультура в России: проблемы и перспективы.....	14
Российские аграрии в этом году минеральными удобрениями обеспечены	16

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Егунова А.В., Тарасова А.А. Сравнительный морфологический аспект изучения костей домашних и диких животных	18
Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина.....	22
Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Показатели антиоксидантной защиты организма молочных коров в зависимости от фазы лактации и физиологического состояния.....	27
Лемеш Е.А., Гамко Л.Н., Гулаков А.Н., Яковлева С.Е. Использование в составе кормосмеси мергеля дойным коровам	32
«ФИТОДОК® Карнитин» – кормовая добавка для применения в свиноводстве	36
Секреты высоких надоев	38
Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Савчук С.В. Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота	40
Лакота Е.А., Воронцова О.А., Замыгин С.Н. Влияние целенаправленного отбора на экстерьерно-продуктивные показатели овец ставропольской породы в зоне сухой степи Поволжья.....	45

АГРОНОМИЯ

Кабжанова Г.Р., Курмашева А.Ж., Алибаева М.Т., Бисембаев А.Т. Космические снимки как один из инструментов оценки состояния пастбищных угодий Казахстана.....	49
Рябцева Н.А. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области	54
Чебанная Л.П. Мелкоцветковые клематисы коллекции Ставропольского ботанического сада.....	58
Асадов Х.Г., Махмудова В.Х. Синтез оптимальной радиационной модели роста растений по критерию минимума передающейся в почву интегральной солнечной радиации	63
Каипов Я.З., Чукбар Н.А. Влияние биологизированных севооборотов на засоренность посевов в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана	67
Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. Получение исходного материала для селекции сои методом физического мутагенеза.....	73
Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Ушакова Е.Ю. Формирование семенного материала картофеля сорта Евплатий с использованием различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы.....	78
Кудрявцева Л.П. Грибная и бактериальная инфекции семян льна	82
Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на продуктивность агроценозов Европейского Северо-Востока.....	87
Гаджимуров Р.Г., Джандаров А.Н., Дриггер В.К. Водопроницаемость и накопление влаги в почве при ее возделывании по технологии No-till.....	93
Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х. Агробиологические особенности перспективных сортов винограда селекции ДСОВиО в изменяющихся климатических условиях юга России	98
Бардакова С. А. Болезни роз чайно-гибридной садовой группы коллекции Ставропольского ботанического сада	105
Исаенко Т.Н. Травянистые многолетники для озеленения тенивого сада.....	109
МИРАВИС® Нео — фунгицид для аграриев нового времени. Здоровые зерновые — легко!	113
Дефицита средств защиты растений не ожидается?	114

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алатырев С.С., Алатырев А.С., Кручинкина И.С. Моделирование технологии бережной машинной уборки кочанной капусты	116
Пучков Е.М., Попов Р.А. Аспекты дифференцированного формирования системы машин для различных технологий уборки технической конопли	122
Сеидов З.М., Мамедов Г.Б. Оптимизация установок для электротепловой обработки молока.....	128
Жихин Н.А. Определение витамина В12 в сухих смесях для детского питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с хромато-масс-спектрометрическим детектированием	132
Попов В.С., Связлян Г.А., Наумов Н.М. Биологические аспекты культивирования и применения активных метаболитов пробиотика <i>B. subtilis</i>	137

ЦНСХБ

Новости из ЦНСХБ	143
------------------------	-----

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY NEWS

High-quality compound feed is an important element in solving many Russian animal husbandry problems.....	10
Despite the sanctions, Russia remains the reliable player in the global food market	12
The Central Federal District is a driver for the development of marketable milk production in the Russian Federation.....	13
The Russian Aquaculture: problems and prospects	14
This year Russian farmers are provided with mineral fertilizers.....	16

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

<i>Ziruk I.V., Kopchekchi M.E., Egunova A.V., Tarasova A.A.</i> Comparative morphological aspect of the study of bones of domestic and wild animals	18
<i>Novikova I.A., Dolgaya M.N.</i> The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin.....	22
<i>Bogolyubova N.V., Rykov R.A.</i> Indicators of antioxidant protection of the body of dairy cows depending on the phase of lactation and physiological state	27
<i>Lemesh E.A., Gamko L.N., Gulakov A.N., Yakovleva S.E.</i> The use of marl in the composition of the feed mixture for dairy cows.....	32
A new feed additive for use in the pig breeding	36
The secrets of high milk yields.....	38
<i>Nikonova E.A., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I., Savchuk S.V.</i> Peculiarities of nutrient metabolism in the body of a pure-breed and mixed young cattle.....	40
<i>Lakota E.A., Vorontsova O.A., Zamygin S.N.</i> The influence of targeted selection on the exterior and productive indicators of Stavropol sheep in the dry steppe zone of the Volga region	45

AGRONOMY

<i>Kabzhanova G.R., Kurmasheva A.Zh., Alibayeva M.T., Bisembaev A.T.</i> Space images as one of the tools for the rangelands condition assessment in Kazakhstan	49
<i>Ryabtseva N.A.</i> Influence of the methods of the basic soil treatment on the yield of spring barley under the conditions of the Rostov region.....	54
<i>Chebannaya L.P.</i> Small-flowered clematis collections of the Stavropol Botanical Garden	58
<i>Asadov H.H., Makhmudova V.H.</i> Synthesis of an optimal radiation model of plant growth according to the criterion of the minimum of integral solar radiation transmitted to the soil	63
<i>Kaipov Y.Z., Chukbar N.A.</i> Impact of biologized crop rotations on infestation of crops in arid steppe conditions of Trans-Ural region of Bashkortostan.....	67
<i>Davletov F.A., Gainullina K.P.</i> Obtaining the initial material for soybean breeding by physical mutagenesis.....	73
<i>Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Ushakova E.Y.</i> Formation of potato seed of Evpatiy variety with the use of different doses of mineral fertilizers and timings of top mowing.....	78
<i>Kudryavtseva L.P.</i> Fungal and bacterial infections of flax seeds	82
<i>Chebotaev N.T., Brovarova O.V.</i> The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the productivity of agrocenoses of the European Northeast.....	87
<i>Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N., Dridiger V.K.</i> Water permeability and accumulation of moisture in the soil during its cultivation using the No-till technology	93
<i>Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.H.</i> Agrobiological features of promising grape varieties of DSOSViO selection in the changing climatic conditions of the South of Russia	98
<i>Bardakova S.A.</i> Diseases of roses of the tea-hybrid garden group of the collection of the Stavropol Botanical Garden	105
<i>Isaenko T.N.</i> Herbaceous perennials for gardening shade garden	109
A fungicide for the modern times farmers.....	113
A shortage of plant protection products is not expected	114

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

<i>Alatyrev S.S., Alatyrev A.S., Kruchinkina I.S.</i> Mathematical modeling of the technology of gentle machine harvesting of cabbage.....	116
<i>Puchkov E.M., Popov R.A.</i> Aspects of the differentiated formation of a system of machines for various technologies of harvesting technical hemp.....	122
<i>Seyidov Z.M., Mammadov G.B.</i> Optimization of installations for electrothermal processing of milk.....	128
<i>Zhizhin N.A.</i> Determination of vitamin B ₁₂ in dry mixtures for baby food by the method of high performance liquid chromatography with chromato-mass-spectrometric detection	132
<i>Popov V.S., Svazlyan G.A., Naumov N.M.</i> Biological aspects of cultivation and application of active metabolites of <i>B. subtilis</i> probiotic	137

NEWS FROM CSAL

News from CSAL.....	143
---------------------	-----

РОССИЙСКИЕ БИОЛОГИ ОПРЕДЕЛИЛИ, ЧТО АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА КОНТРОЛИРУЮТ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Как сообщил официальный портал МГУ им. М.В. Ломоносова, ученые биологического факультета университета выяснили, что активные формы кислорода (АФК) контролируют прорастание пыльцы и оплодотворение цветковых растений. В рамках исследования они определили, что наиболее важным компонентом, регулирующим процесс размножения растений, является перекись водорода. Это наблюдение поможет контролировать развитие значимых для человека декоративных и сельскохозяйственных культур, отметили эксперты. Результаты работы, поддержанной грантом Российского научного фонда, опубликованы в журнале *Plants*.

Биологи установили важные закономерности, необходимые для успешного прорастания пыльцы цветковых растений *in vivo*, сообщила к.б.н. Мария Брейгина – старший научный сотрудник кафедры физиологии растений биологического факультета МГУ, руководитель проекта по гранту РНФ. «В дальнейшем мы планируем подробнее изучить этот процесс у разных групп цветковых растений. Например, сейчас мы проводим опыты с однодольным растением – лилией – и уже обнаружили у нее важные особенности», – добавила она.

ЯРОСЛАВСКИЕ АГРАРИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЮТ МУЛЬТИКОПТЕР

В Ярославской области для распыливания пестицидов, удобрений и посева используют мультикоптер, информирует официальный сайт Минсельхоза России. Пилотный проект реализует сельхозпредприятие «Агромир».

«Дрон удобен в случаях, когда техника, управляемая водителями, из-за погодных условий или других причин не может проехать по полю. Кроме того, его применение позволяет избежать повреждения посевов колесами сельхозмашин», – пояснил Артем Почернин – гендиректор предприятия. Агродрон может летать со скоростью 7 м в секунду. Его бак рассчитан на 30 л жидкости, этого хватает на 12 минут полета, после чего авиапомощник возвращается для дозаправки и дозарядки. За 8 часов работы трактор с опрыскивателем может обработать 60 га, а коптер – 130 га. Один оператор может управлять с пульта сразу тремя дронами.

Квадрокоптеры облегчают и удешевляют работу специалистов в поле. Помимо этого, они позволяют людям избегать рисков причинения вреда здоровью при работе с опасными химическими веществами.

СОКРАЩЕНЫ СРОКИ РЕГИСТРАЦИИ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

В постановлении, подписанном премьер-министром Михаилом Мишустин, закреплена возможность регистрации коммунальной и сельхозтехники через многофункциональные центры предоставления государственных и муниципальных услуг (МФЦ), сообщила пресс-служба кабинета министров. По информации официального портала Правительства России, в некоторых регионах такие технические условия уже созданы.

В сообщении отмечено, что с 1 сентября текущего года граждане и организации смогут быстрее регистрировать в органах технадзора комбайны, гусеничную технику, снегоходы и квадроциклы. Сроки этой процедуры будут сокращены с 17 до 10 рабочих дней.

Постановление от 20.05.2022 № 917 подготовлено для реализации федерального закона «О самоходных машинах и других видах техники», вступающего в силу в июле 2022 года.

Подписанным документом были внесены изменения в постановление Правительства от 21 сентября 2020 года № 1507.



СПЕЦИАЛИСТЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ МВЛ ПРЕДУПРЕДИЛИ О РИСКАХ ЗАВОЗА В РОССИЮ БОЛЕЗНИ ШМАЛЛЕНБЕРГА С ПЛЕМЕННЫМ МАТЕРИАЛОМ

Специалисты Ленинградской межобластной ветеринарной лаборатории (Ленинградской МВЛ) предупредили об опасности завоза в страну вирусов животных, в том числе болезни Шмалленберга, при импорте племенного скота и материала.

На текущий момент всплеск болезни Шмалленберга в РФ не зарегистрировано. Однако в последние 10 лет из ряда зарубежных стран к нам активно ввозят племенной генетический материал, включая высокопродуктивных животных, эмбрионы и замороженное семя, что создает угрозу благополучию по данному заболеванию, сообщили эксперты.

В рамках эпизоотологического мониторинга специалисты диагностической лаборатории методом иммуноферментного анализа исследовали пробы сыворотки крови КРС с целью обнаружения антител к вирусу Шмалленберга. В результате, в 5 из 15 и в 2 из 17 образцов были обнаружены антитела к этому вирусу. Обнаружение антител в сыворотке крови КРС свидетельствует о контакте с вирусом Шмалленберга в период, предшествующий отбору проб сыворотки, сообщили сотрудники лаборатории. Окончательный диагноз, пояснили эксперты, будет установлен выявлением генома вируса болезни Шмалленберга методом полимеразной цепной реакции с этапом обратной транскрипции с детекцией продуктов амплификации в режиме реального времени.

Результаты данных исследований внесены в государственную информационную систему Россельхознадзора в области ветеринарии «Веста».

(Источник: vetandlife.ru)



Подпишитесь
на наш Telegram канал!

КАЧЕСТВЕННЫЙ КОМБИКОРМ – ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ РЕШЕНИЯ МНОГИХ ПРОБЛЕМ РОССИЙСКОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

В рамках XVI Международной конференции «Безопасные и качественные комбикорма как гарантия эффективного развития отраслей животноводства» («Комбикорма-2022») состоялось обсуждение актуальных проблем и перспектив развития комбикормовой отрасли. Организаторами мероприятия, прошедшего 18–20 апреля в Москве в гибридном формате, выступили Международная промышленная академия, Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности, Союз комбикормщиков России при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ, Россельхознадзора и представителей отраслевых союзов.



В 2021 году в России было произведено 31,9 млн т комбикормов — на 3,6% больше, чем в предыдущем году, отметил президент Международной промышленной академии Вячеслав Бутковский в ходе конференции. Для птицы было выпущено 15,7 млн т комбикормов, для свиней — 13,4 млн т, для крупного рогатого скота — 2,6 млн т, что выше показателей 2020 года на 2,4% и 8% соответственно, добавил спикер.

В настоящее время лидерами по производству комбикормов являются Центральный и Приволжский федеральные округа, прежде всего Белгородская, Воронежская, Тамбовская области и Краснодарский край, сообщила замдиректора департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России Надежда Дурыгина. По ее мнению, это связано с высокой концентрацией на указанных территориях птицеводческих и свиноводческих предприятий.

По итогам прошлого года в РФ произведено 9,4 млн т шротов и жмыхов — 95% к уровню 2020 года, отметила эксперт. В начале 2022 года наблюдалась положительная динамика. Так, прирост в I квартале составил 5–6% к аналогичному прошлогоднему периоду. Общая потребность животноводческой отрасли в данном сырье на конец 2021 года составила 7,2 млн т, из них в соевом шроте и жмыхе — 2,7 млн т, подсолнечном — 3,5 млн т, рапсовом — 1 млн тонн. Для снижения зависимости от импорта высокобелкового сырья министерством поставлена задача по увеличению внутреннего произ-

водства соевых бобов до 7,5 млн т к 2024 году. Обеспеченность объемистыми кормами отечественных предприятий на начало апреля этого года составила 112%. Техника для посева и уборки урожая уже подготовлена в необходимом количестве, добавила замглавы департамента Минсельхоза.

Комбикормовая промышленность в 2021 году продемонстрировала сохранение тенденций, сложившихся за последние годы, отметил президент Союза комбикормщиков Валерий Афанасьев. Государственная поддержка промышленности нашла отражение в ФНТП развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы, одной из подпрограмм которой является «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных». Эксперт уточнил, что комбикормовая отрасль неразрывно связана с производством животноводческой и птицеводческой продукции, следовательно, преобладающие тенденции в этих отраслях напрямую отражаются на комбикормовой промышленности. Он привел данные Росстата, по которым в 2021 году объем производства основных видов мяса (свинины, говядины, птицы, баранины и козлятины) во всех категориях хозяйств России составил 11,3 млн т в убойном весе, что на 0,3% или 33,7 тыс. т больше, чем в 2020 году. Так, в 2021 году доля птицы в общем объеме производства мяса составила 45,7%, на свинину пришлось 37,3%, говядина занимала 15,1%, а баранина и козлятина — 1,9%. В предыдущие годы отмечался более ощутимый прирост показателей,

заметил спикер. При этом производство говядины выросло на 1,1%, свинины — на 0,4%, мяса птицы — на 0,03%, а прочих видов мяса — на 0,1%. Производство баранины сократилось на 0,6%. Докладчик пояснил, что замедление темпов прироста производства мяса обусловлено ростом цен на корма, а также высокой степенью насыщенности внутреннего рынка. «Долгосрочная перспектива расширения объемов производства мяса зависит от реализации экспортного потенциала», — пояснил он.

По мнению Валерия Афанасьева, успешное развитие отрасли животноводства невозможно без профессионального научно-обоснованного кормления, производства полнорационных комбикормов. «Качественный комбикорм — первый и главный элемент решения многих проблем животноводства, — отметил президент Союза комбикормщиков. — В том числе и достижения целевых показателей Госпрограммы развития сельского хозяйства, которые касаются объемов производства продукции животноводства и птицеводства. За последнее десятилетие объем производства комбикормов ежегодно увеличивался на 5–7% (данные Росстата). Однако за последние два года эти темпы снизились, что связано с достижением в животноводстве максимальных объемов производства. За 2021 год, по сравнению с 2020 годом, объем производства комбикормов в России вырос на 3,6%. За два месяца 2022 года, по сравнению с аналогичным периодом 2021 года, объем производства комбикормов в РФ вырос на 9,1%».

Что касается зависимости от импорта биологически активных веществ, то она может быть решена только путем создания собственных мощностей, причем при деятельном участии государства, резюмировал эксперт.

В отечественной структуре производства комбикормов большую часть занимают корма для птиц, отметил в своей презентации Валерий Афанасьев. По данным Росстата, всего в РФ в 2021 году произвели 31,95 млн т комбикормов. При этом больше всего комбикормов — 15,67 млн т (+1,9% к 2020 году) произведено для птицеводческой отрасли. Для отрасли свиноводства произве-

ли 13,4 млн т комбикорма (это больше прошлогоднего показателя на 4,3%). Также вырос объем производства корма для КРС: он достиг 2,65 млн т, что на 8,1% больше уровня 2020 года. Втрое увеличился объем производства кормов для овец и достиг показателя в 9,26 тыс. т. Производство комбикормов для лошадей сократилось на 18,7%, снизившись до показателя в 553 т. Комбикормов для аквакультуры изготовлено немногим более 25 тыс. т, что больше уровня 2020 года на 8,6%. Объем производства комбикормов для птиц за 2021 год, по сравнению с 2020 годом, увеличился на 1,9%.

В начале текущего года темпы роста показали заметную динамику, сообщил эксперт. В январе-феврале было выработано около 5,4 млн т комбикормов, что на 9,1% больше, чем за аналогичный прошлогодний период. Так, объем производства комбикормов для птиц увеличился на 8%, для свиней — на 7,5%, для КРС — на 23,4%. Также за данный период производство премиксов в РФ выросло на 16%, составив почти 80 тыс. т, а производство БВМК (белково-витаминно-минерального концентрата), напротив, снизилось в 1,5 раза.

Валерий Афанасьев заострил внимание на том, что в течение последних 15 лет многие отечественные комбикормовые заводы прошли этапы реконструкции и модернизации. В результате, в настоящее время 70% из них являются высокотехнологичными, отметил он. Также в нашей стране было создано около 80 комбикормовых предприятий, техническое оснащение которых в полной мере соответствует современным подходам к технологии и позволяет вырабатывать качественную, эффективную и безопасную продукцию, сообщил эксперт. По его мнению, для дальнейшего развития комбикормовой отрасли необходимо увеличение как инвестиций, так и инноваций. Обнадеживающим обстоятельством в этом направлении может стать реализация Подпрограммы «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных», включенной в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы, подытожил президент Союза комбикормщиков.

Ю.Г. Седова



РОССИЯ, ВОПРЕКИ ВСЕМ САНКЦИЯМ, ОСТАЕТСЯ НАДЕЖНЫМ ИГРОКОМ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Актуальные вопросы развития российского агропромышленного комплекса в современных условиях обсудили участники агрофорума «Западные санкции: крах российского рынка продовольствия или точка роста?». Мероприятие прошло 22 апреля в медицентре ИД «Комсомольская правда». Большой интерес как профессионального сообщества, так и СМИ вызвало выступление директора департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Романа Некрасова.

В результате совместной работы аграриев, Министерства сельского хозяйства РФ, других федеральных органов исполнительной власти, отраслевых союзов и региональных органов управления агропромышленного комплекса, отечественный АПК к посевной кампании 2022 года готов, сообщил в рамках форума директор департамента Минсельхоза России Роман Некрасов. «На самом деле, хороший задел был сделан нами еще в прошлом году, – сказал он. – Мы посеяли достаточно серьезный озимый клин – чуть более 19 миллионов гектар». По данным спикера, в настоящее время 97% озимого клина находится в хорошем, удовлетворительном состоянии. «При благоприятной погоде мы планируем достигнуть необходимые для удовлетворения потребностей внутреннего рынка и формирования экспортного потенциала объемы производства, – отметил он. – Несмотря на все санкции, Россия остается надежным игроком на мировом рынке продовольствия».

Подавляющее большинство иностранных компаний, работающих на российском рынке, не собирается его терять, отметил Роман Некрасов. «Естественно, возникающая в связи с санкциями ситуация серьезно нас волновала. Мы обращались к основным поставщикам семенного материала, средств защиты растений, сельскохозяйственной техники, – никто из них до настоящего времени не заявил о том, что покидает российский рынок. Они все остаются и планируют проводить здесь работу минимум на среднесрочную перспективу», – сказал чиновник. При этом он отметил, что санкционное давление, изменение валютных курсов, а также изменение логистики осложнили работу российских

аграриев. «Я не могу утверждать, что у нас сегодня все легко и гладко. Например, есть рост цен на импортные комплектующие. Это объективный факт, который мы, разумеется, признаем и стараемся нивелировать для сельхозтоваропроизводителей действующими мерами государственной поддержки, – чтобы наши аграрии могли безостановочно продолжать производственный процесс и формировать необходимые технологические компоненты», – пояснил эксперт.

Из-за сложной внешнеполитической и внешнеэкономической ситуации основные вызовы в отечественном агропроме пришлось на три сегмента – средства защиты растений (СЗР), семеноводство, а также поставки запчастей для сельскохозяйственной техники, сообщил Роман Некрасов. «Однако еще раз повторю, что к сезону 2022 года мы подготовились, – сказал он, – Так, значительная часть материальных ресурсов была завезена в страну еще до начала определенных событий. Поэтому сегодня мы нам удастся в рабочем порядке решать вопросы, связанные, прежде всего, с логистикой».

Представитель Минсельхоза напомнил об Указе Президента Российской Федерации от 18.04.2022 № 210 «О временном порядке ввоза в Российскую Федерацию пестицидов и агрохимикатов», существенно упрощающем завоз на территорию страны средств защиты растений. «Я уверен, что всеми необходимыми ресурсами наш АПК будет обеспечен», – заключил он.

Роман Некрасов акцентировал внимание на ряде мер, предпринимаемых министерством для формирования устойчивых трендов в отечественном АПК. В частности, он сообщил, что уже верстается план приобрете-

тения минеральных удобрений на период с июня по декабрь текущего года. «Это даст нашим аграриям внятную информацию о том, какое количество минеральных удобрений они смогут приобрести для того, чтобы, например, покрыть свои потребности для проведения осенних полевых работ, – уточнил эксперт. – Помимо этого, ведется работа по улучшению материально-технической базы селекционных учреждений, а также – системная работа с отечественными производителями сельхозтехники с целью наращивания производства на территории Российской Федерации».



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ – ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОГО МОЛОКА НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Текущую ситуацию в отрасли обсудили участники вебинара «Молочное животноводство Центральной России: ситуация, прогнозы, подготовка к новому сезону», проведенного 29 апреля ИА Milknews, компанией Cargill и Национальным союзом производителей молока (Союзмолоко). Одним из ключевых выступлений мероприятия стал доклад руководителя аналитического департамента Союза Алексея Воронина «Развитие молочной индустрии России в 2021–2022 годах».

Инвестиционная активность в молочной отрасли РФ, прежде всего, в сырьевом секторе, сохраняется, несмотря на трудности двух последних лет, отметил Алексей Воронин. Так, в этом году удалось остановить рост цен на корма и частично компенсировать затраты. «У молочной отрасли — очень хороший потенциал с точки зрения дальнейшего наращивания объемов производства», — добавил спикер.

В 2021 году среднегодовой темп роста себестоимости составил 9%, сообщил эксперт. «Но если в середине 2021 года мы отмечали, что цены на сырое молоко не компенсировали такого роста себестоимости, то та динамика цен, которую наблюдали во второй половине (ближе к концу) прошлого года и в начале текущего года, позволяет говорить о серьезных изменениях в доходности. И — отчасти — о восстановлении той доходности, которую мы наблюдали до пандемии. Фактически, в конце третьего и в четвертом квартале прошлого года цены начали достаточно уверенно идти вверх. В результате, в первом квартале 2022 года цены на сырое молоко обновили исторический максимум», — отметил аналитик. Это позволило в целом восстановить доходность в сырьевом секторе и отыграть рост затрат двух последних лет, уточнил он.

По данным Алексея Воронина, в марте текущего года цены на товарное молоко составили в среднем в РФ 35 руб. за 1 кг, что на 18% больше, чем в аналогичном месяце прошлого года. В регионах Центрального федерального округа традиционно показатели несколько выше — 36 руб. за 1 кг товарного молока.

«В 2022 году мы столкнулись с новыми вызовами, связанными с ростом себестоимости и снижением доступности ряда компонентов, в том числе для реализации инвестиционных проектов», — сказал эксперт. — Я говорю, прежде всего, об импортозависимых компонентах. Сейчас мы должны более пристально следить за показателями эффективности и затрат».

Восстановление доходности молочной отрасли к концу прошлого и началу текущего года положительно отразилось на производственных показателях, отметил Алексей Воронин. Так, по итогам I квартала этого года рост производства товарного молока превысил 3% (до 5,6 млн т). Причем в организованном секторе он оказался даже выше 4%. «В целом

это сопоставимо с показателями и темпами, которые мы наблюдали в период предпандемии и в первый год пандемии, и стало следствием реализации ранее запущенных проектов», — пояснил эксперт.

Регионы Центрального федерального округа традиционно обеспечивают четверть всего производства товарного молока в Российской Федерации. Практически, каждый третий регион из числа топ-25 производителей товарного молока входит в ЦФО (Воронежская, Московская, Белгородская, Рязанская, Калужская, Владимирская, Ярославская и другие области). Темпы роста производства в округе почти на 50% превышают общероссийские показатели, отметил аналитик. «Фактически, Центральный федеральный округ является драйвером развития производства товарного молока на территории России. Кроме того, ряд его субъектов показывает и наибольшие объемы наращивания производства молока в текущем году, — это Курская, Рязанская, Владимирская области. Также ожидается рост производства в Ярославской области, по мере вывода на проектные мощности недавно запущенных производственных комплексов. Так что ситуация в целом восстанавливается, выравнивается после тех сложностей, с которыми мы сталкивались за два последних года. Что касается факторов динамики производства товарного молока, то, конечно, основной прирост здесь обеспечен не за счет поголовья, а за счет повышения продуктивности», — заключил спикер.

Представитель Союзмолоко также отметил, что в текущем году для молочной отрасли сохранены все меры господдержки.

Ю.Г. Седова



АКВАКУЛЬТУРА В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В рамках Международной выставки оборудования и технологий добычи, разведения и переработки рыбы и морепродуктов AquaPro Expo 2022, прошедшей 12–14 апреля в МВЦ «Крокус Экспо» в Москве, состоялась практическая конференция «Аквакультура как успешный бизнес: прикладные вопросы и перспективы развития». В мероприятии приняли участие представители научного и бизнес-сообщества, ведущие специалисты отрасли. Особый интерес участников конференции вызвал доклад «Актуальные проблемы борьбы с болезнями рыб при садковом выращивании на внутренних водоемах» профессора, д.б.н. Н.А. Головиной – заведующей кафедрой «Аквакультура и экология» ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ».



За последние годы в России приняты кардинальные меры, направленные на дальнейшее развитие рыбохозяйственного комплекса страны, отметила д.б.н. Н.А. Головина. Основы его формирования определены концепциями развития на период до 2030 года, добавила она. «Предполагается создание условий для устойчивого расширенного использования внутренних водоемов, взятие их в долгосрочную аренду для организации рыболовных участков и рыбоводных хозяйств», — сообщила эксперт. По ее данным, к 2030 году в РФ предполагается вырастить порядка 400 тыс. т товарной рыбы, при этом в индустриальных хозяйствах — не менее 150 тыс. тонн.

В соответствии со статьей 4 ФЗ «Об аквакультуре» (от 03.07.2013 № 148) введено понятие рыбоводные участки, которые могут быть оформлены долгосрочной арендой для ведения товарной аквакультуры, проинформировала Н.А. Головина. В настоящее время для этой цели чаще всего применяются три формы рыбохозяйственного использования внутренних водоемов, а именно — пастбищное, прудовое и садковое. Все они обычно ориентированы на получение товарной рыбной продукции (гораздо реже на оказание услуг), однако при этом различаются по характеру производственных процессов и степени управляемости. «Максимальная управляемость — при садковом выращивании рыбы», — уточнила спикер.

Объектами искусственного разведения в пресных водах РФ являются представители 48 видов рыб. В промышленном рыбоводстве культивируется 29 пород, кроссов и типов, а также одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых рыб. Выращивание каждого вида требует жесткого соблюдения технологии рыборазведения, резюмировала Н.А. Головина.

С 01.07.2018 вступила в силу автоматизированная система «Меркурий», предназначенная для электронной сертификации поднадзорных Госветнадзору грузов, отслеживания пути их перемещения по территории РФ в целях создания единой информационной среды для ветеринарии, повышения биологической и пищевой безопасности, напомнила докладчик, отметив, что рыборазводные предприятия обязаны зарегистрироваться в АС «Меркурий» для получения ветсвидетельств. Обследование рыбоводных хозяйств проводят в плановом порядке для контроля выполнения противоэпизоотических мероприятий и вынужденно — для установления диагноза при возникновении гибели рыб или подозрении на различные заболевания, оно может быть полным или неполным в зависимости от целей и объема работ, сообщила она. «Плановые обследования рыбоводных хозяйств проводят по полной схеме 2–3 раза в год, результаты заключений направляют в АС «Меркурий», — рассказала докладчик. — Целями таких обследований



дований являются изучение эпизоотической ситуации и разработка ветеринарно-санитарных и профилактических мероприятий, а также контроль их выполнения».

Опыт показывает, что наличие ветеринарных сертификатов не всегда гарантирует завоз благополучного посадочного материала, сообщила спикер. Необходимы предварительные и регулярные исследования, основанные на заинтересованности хозяйств в результатах работ, которые позволяют снизить заболеваемость вирусными болезнями (и сдерживать развитие бактериальных болезней), возникающими в связи с увеличением производства рыбы и многолетним использованием водоемов. А в дальнейшем, — для предотвращения всплеск инфекционных заболеваний в хозяйствах, — необходимо массовое внедрение вакцинных препаратов, отметила ученый.

В презентации профессор представила распространенные заболевания рыб на садковых хозяйствах, причины их возникновения и способы борьбы с ними. Так, в числе вирусных болезней была отмечена весенняя виремия карпа (ВБК) — высококонтагиозная вирусная болезнь. Заболевание, проявляющееся в виде экссудативно-геморрагического синдрома, известного в России под названием «краснуха», помимо вируса могут вызывать бактерии, по крайней мере, двух родов — *Aeromonas* и *Pseudomonas*, сообщила докладчик. «Помимо карпа вирус обнаружен у золотого карася, белого амура, белого и пестрого толстолобиков (при выращивании последних в поликультуре с карпом). Эпизоотии данного заболевания зарегистрированы у молоди обыкновенного сома в условиях индустриальных хозяйств», — уточнила она. Герпесвирусная болезнь карпа кои (koï herpesvirus disease, KHVD) заявила о себе на пороге XXI века и впервые показала миру, что декоративные виды рыб могут быть носителями опасных патогенов, способных причинить большой ущерб промышленному рыбоводству, добавила ученый. Что касается вирусных заболеваний из категории особо опасных болезней лососевых, то у культивируемых рыб Карелии их отмечено четыре. Это инфекционный некроз гемопоэтической ткани, инфекционный некроз поджелудочной железы при садковом выращивании, вирусная геморрагическая септицемия (у туводных рыб в озерах) и инфекционная анемия лососевых (на рыбзаводе). «Вирусные болезни — наиболее эпизоотически значимые заболевания из инфекционных болезней, поражающих радужную форель в аквакультуре. Как правило, гибель рыб отмечается сразу после завоза в хозяйство, но иногда болезнь проявляется только на следующий год. Наиболее иммунно защищенные рыбы становятся устойчивыми», — сообщила Н.А. Головина. Обеспечение ветеринарно-санитарной безопасности и

предупреждения инфекционных болезней рыб обеспечивается ветеринарным лабораторно-диагностическим сопровождением завозимого материала. Так, перед планируемым завозом в Республику Карелия при исследовании молоди из Армении специалистами лаборатории ВИЭВ был выделен вирус — возбудитель инфекционного некроза гемопоэтической ткани лососевых, а при исследовании радужной форели, доставленной в лабораторию представителем компании-заказчика от поставщика из Финляндии, был выделен вирус — возбудитель инфекционного некроза поджелудочной железы лососевых. В результате, завоз не был осуществлен. Докладчик напомнила, что в 2007–2008 гг. из финских питомников в Республику Карелия был ввезен опасный паразит *Gyrodactylus salaris*, характеризующийся высокой патогенностью и численностью, — это повлекло за собой смертность рыбы во многих товарных хозяйствах. По данным спикера, в настоящий момент численность паразита не достигает высоких значений, но опасность по-прежнему остается. Гетерогенность и высокая пластичность вида создает реальную угрозу для форелевых садковых хозяйств.

В связи с введением Федерального закона «Об обращении лекарственных средств» от 12.04.2010 № 61-ФЗ (в редакции от 22.12.2020), реестра лекарственных средств, Приказа Министерства сельского хозяйства РФ от 10.10.2011 № 357 «Об утверждении порядка осуществления мониторинга безопасности лекарственных препаратов ...» и ужесточением требований к безопасности пищевой продукции (ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016) усилено пристальное внимание Роспотребнадзора к использованию трифенилметановых красителей для обработки рыб, и лаборатории по проверке качества пищевых продуктов стали проверять на наличие ТФ в товарной рыбной продукции, отметила Н.А. Головина.

Эксперт заострила внимание на истории отечественного садкового рыбоводства. Впервые в мире в 1958 году ученые Пяловской опытной базы ВНИИПРХ (Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства) под руководством П.В. Михеева и Е.В. Мейснер разработали основы современного товарного выращивания рыбы и содержания ремонтно-маточных стад в садках при высоких плотностях посадки и кормлении искусственными кормами, сообщила спикер. Она отметила, что ВНИИПРХу принадлежит приоритет в создании биотехнологии выращивания в садках, установленных в естественных водоемах, для таких объектов как стерлядь, бестер, осетр, форель разных пород, пелядь, сиг, омуль, судак, карп и растительноядные рыбы. Данные работы крайне заинтересовали зарубежных специалистов и послужили толчком развития современного садкового рыбоводства, подытожила ученый.



Ю.Г. Седова

РОССИЙСКИЕ АГРАРИИ В ЭТОМ ГОДУ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ ОБЕСПЕЧЕНЫ

Ведущие эксперты обсудили вопросы обеспечения сельскохозяйственных производителей средствами защиты растений и минеральными удобрениями в ходе совещания Комитета СФ ФС РФ по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. Совещание, прошедшее 24 мая с участием представителей министерств и ведомств, отраслевых ассоциаций и научного сообщества, провел зампреда Комитета Белан Хамчиев.



В связи с санкционным давлением на Российскую Федерацию появились значительные риски роста цен на средства защиты растений (СЗР) и минеральные удобрения, а также — их дефицита. «Это создает угрозу обеспечению продовольственной безопасности нашей страны», — отметил сенатор Белан Хамчиев. Он сообщил, что при подготовке к заседанию были запрошены все регионы РФ на предмет роста цен и доступности данных ресурсов, необходимых для сельхозпроизводства.

«В соответствии с информацией, представленной органами власти субъектов РФ, в целом можно сделать вывод о том, что по минеральным удобрениям обеспечена их физическая доступность для сельхозтоваропроизводителей, — сказал сенатор. — При этом основной рост цен на них произошел в течение 2021 года». Он добавил, что рост цен на основные виды минудобрений в 2022 году, по сравнению с аналогичным прошлым периодом, в среднем по всем регионам составил от 10 до 95%.

Парламентарий напомнил, что в условиях изменения ценовой конъюнктуры на мировых рынках Правительством России установлены временные ограничения, — с начала декабря прошлого года по 31 мая 2022 года, — на экспорт азотных и сложных азотсодержащих удобрений. Как пояснялось ранее, сделано это было, чтобы отечественные производители могли приобрести необходимый объем минеральных удобрений по фиксированным ценам (Постановление Правительства Российской Федерации от 03.11.2021 № 1910 «О введении временного количественного ограничения на вывоз отдельных видов удобрений»).

В период действия этого ограничения Министерством сельского хозяйства РФ совместно с Минпромторгом России было принято решение об утверждении плана по поставкам минеральных удобрений с ежемесячными объемами поставок заводами-производителями.

Основные заводы — производители минеральных удобрений приняли торговую политику, устанавливающую фиксированные цены на минудобрения для отечественных аграриев до 31 мая текущего года. «Данная информация размещена на сайтах компаний, в том числе на сайте Российской ассоциации производителей удобрений (РАПУ)», — сообщил сенатор. В результате, резкого роста цен на минеральные удобрения все это время не наблюдалось, отметил он. Иначе, по данным эксперта, складывается «ситуация по средствам защиты растений»: процент обеспеченности ими сельхозтоваропроизводителей значительно ниже. «Это объясняется тем, что обычная практика не предполагает длительного хранения таких препаратов. Они приобретаются для непосредственного использования», — пояснил Белан Хамчиев. Он добавил, что существенный рост цен на СЗР, — в 1,2–3,7 раза (в зависимости от вида СЗР), — произошел в текущем году. Таковы обобщенные данные 68 субъектов РФ. Взлет цен поставщики объяснили повышением курса доллара, введением санкций против России и изменением логистики доставки. Однако и после снижения курса доллара цены практически не снизились, отметил спикер. Он акцентировал внимание законодателей на необходимости выработать обоснованные решения, которые минимизируют риски в этой сфере и обеспечат стабильное развитие отечественного АПК.

Также парламентарий отметил, что отечественными сельхозпроизводителями вносится значительно меньше удобрений, чем предполагают научно обоснованные технологии производства основных сельскохозяйственных культур, несмотря на то, что сегодня РФ является одним из крупнейших производителей минудобрений. «По средствам защиты растений мы во многом импортозависимы, — поэтому нам следует срочно решать вопросы импортозамещения», — заключил Белан Хамчиев.

Ю.Г. Седова

УДК 591.471.42:572.781.2

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-18-21>

исследования/ research

**Зирук И.В.,
Копчекчи М.Е.,
Егунова А.В.,
Тарасова А.А.**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»,
г. Саратов, Театральная площадь, 1
E-mail: iziruk@yandex.ru

Ключевые слова: морфология черепов, кошка, беспородная, домашняя, кролик, серый великан, заяц, русак, топографические особенности костей

Для цитирования: Зирук И.В., Копчекчи М.Е., Егунова А.В., Тарасова А.А. Сравнительный морфологический аспект изучения костей домашних и диких животных. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 18–21.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-18-21>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Irina V. Ziruk,
Marina E. Kopechekchi,
Alla V. Egunova,
Anastasia A. Tarasova**

Saratov State Agrarian University named after
N.I. Vavilov, Saratov, Theater Square, 1
E-mail: iziruk@yandex.ru

Key words: morphology of skulls, cat, outbred, domestic, rabbit, gray giant, hare, brown hare, topographic features of bones

For citation: Ziruk I.V., Kopechekchi M.E., Egunova A.V., Tarasova A.A. Comparative morphological aspect of the study of bones of domestic and wild animals. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 18–21. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-18-21>

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

The authors declare no conflict of interest.

Сравнительный морфологический аспект изучения костей домашних и диких животных

РЕЗЮМЕ

В настоящее время в доступной литературе недостаточно информации об анатомических особенностях костей черепа различных видов животных, которая актуальна при проведении судебно-ветеринарной и медицинской экспертиз. Представление о строении живых организмов невозможно без анатомических препаратов; необходимо четко усвоить место и положение каждого органа, знать все варианты анатомических взаимоотношений с соседними органами. Знание топографической анатомии чрезвычайно важно для практикующего врача, оно необходимо для успешной постановки диагноза и последующего лечения. Целью данной работы является сравнение костей черепа кошки, кролика и зайца, а также изучение их строения и морфометрических показателей.

Объекты и методы. Объектами исследования явились черепа домашних и диких животных: кошки домашней беспородной, кролика породы серый великан, зайца-русака. Работа выполнялась в несколько этапов: вываривание с добавлением гидрокарбоната натрия, очистка, отбеливание 3%-ным раствором перекиси водорода, высушивание, с последующим морфометрическим измерением и визуальным сравнением.

Результаты. У кошки межчелюстная кость и надглазничный отросток отсутствуют, крючок крыловидной кости — длинный и закруглен внутрь. В черепах кролика и зайца на лобной кости присутствует передний и задний надглазничный отросток, крючок крыловидной кости короткий, острый и прямой. Межтеменная кость зайца слилась с затылочной, а у кролика и кошки она существует как самостоятельная кость. Представленная информация существенно облегчит проведение ветеринарной судебно-экспертизы при расследовании преступлений, связанных с браконьерством.

Comparative morphological aspect of the study of bones of domestic and wild animals

ABSTRACT

At present, there is not enough information in the available literature about the anatomical features of the skull bones of various animal species, which is relevant when conducting forensic veterinary and medical examinations. Understanding of the structure of living organisms is impossible without anatomical preparations; it is necessary to clearly understand the place and position of each organ, to know all the options for anatomical relationships with neighboring organs. Knowledge of topographic anatomy is extremely important for the practitioner, it is necessary for successful diagnosis and subsequent treatment. The purpose of this work is to compare the bones of the skull of a cat, rabbit and hare, as well as to study their structure and morphometric parameters.

Objects and methods. The objects of the study were the skulls of domestic and wild animals: a domestic outbred cat, a rabbit of the Gray giant breed, a brown hare. The work was carried out in several stages: digestion with the addition of sodium bicarbonate, cleaning, bleaching with a 3% hydrogen peroxide solution, drying, followed by morphometric measurement and visual comparison.

Results. In a cat, the premaxillary bone and supraorbital process are absent, the hook of the pterygoid bone is long and rounded inwards. In rabbit and hare skulls, the anterior and posterior supraorbital processes are present on the frontal bone, and the hook of the pterygoid bone is short, sharp, and straight. The interparietal bone of the hare merged with the occipital, while in the rabbit and cat it exists as an independent bone. The information provided will greatly facilitate the conduct of a veterinary forensic examination in the investigation of crimes related to poaching.

Поступила: 26 апреля 2022
Принята к публикации: 20 мая 2022

Received: 26 April 2022
Accepted: 20 May 2022

Введение

На сегодняшний момент в современном мире недостаточно информации об анатомических особенностях костей черепа различных видов животных. Данная информация необходима для судебно-ветеринарной и медицинской экспертизы, в связи с этим в данной статье рассмотрены особенности строения костей черепа зайца, кролика и кошки, выявлены видовые различия в анатомии черепов исследуемых животных, проведены морфометрические методы исследования.

Изготовление анатомических препаратов важно при изучении анатомии животных, а также для проведения ветеринарной судебной экспертизы. Точное представление о строении живых организмов невозможно без анатомических препаратов. При изучении анатомии надо четко усвоить место и положение каждого органа в теле животного, знать все варианты анатомических взаимоотношений с соседними органами. Знание топографической анатомии чрезвычайно важно для практикующего врача, оно необходимо для успешной постановки диагноза и последующего лечения [1, 2, 3].

Целью данной работы является сравнение костей черепа кошки, кролика и зайца, а также изучение их строения и морфометрических показателей. Актуальность данных исследований состоит в том, что они необходимы для определения видовой принадлежности животных [4, 5, 6]. Из этого следует, что важно изучать особенности строения скелета, в том числе строение черепа, как диких, так и домашних животных, при проведении экспертизы для расследования преступлений, связанных с дикой природой, и организации проведения ветеринарной судебной экспертизы [7, 8, 9, 10, 11]. В ходе проведения изучения костей черепа кошки, кролика и зайца были выявлены как сходства, так и различия анатомического строения.

Несмотря на имеющиеся обстоятельные работы в данном направлении, многие вопросы, касающиеся этой проблемы, до настоящего времени остаются открытыми и требуют дальнейшего изучения.

Материалы и методы

Представленные данные являются фрагментом комплексных научных исследований, проводимых на кафедре «Морфология, патология животных и биология» Саратовского ГАУ. Объектами исследования были черепа кошек ($n = 3$), кроликов ($n = 3$) и зайцев ($n = 3$). В данной работе были изучены черепа: кошка домашняя беспородная (*Felis silvestris catus*), кролик породы серый великан (*Oryctolagus Lilljeborg*), заяц-русак (*Lepus europaeus*). Для изготовления черепов кроликов использовался классический анатомический метод по изготовлению препаратов: вываривание с добавлением гидрокарбоната натрия, очистка, отбеливание перекисью водорода и высушивание. Затем

производились морфометрические измерения и визуальное сравнение (рис. 1).

Использовались морфометрические методы исследования. Линейные измерения черепов ($n = 9$) с точностью до 0,1 см проводили по общепринятой методике. Рассматривали кошку домашнюю беспородную, кролика породы серый великан, зайца-русака. Измерения проводились при помощи линейки с точностью до 0,1 мм. Были выполнены следующие измерения: общая длина, кондилобазальная длина, скуловая ширина, межглазничная ширина, ширина мозгового отдела черепа, ширина носового отдела черепа, высота черепа, альвеолярная длина верхнего и нижнего ряда зубов, длина носовых костей, высота нижней челюсти [4, 5, 6]. Результаты проведенных измерений приведены в таблице 1.

Череп исследуемых животных состоит из лицевого и мозгового отделов. Мозговой отдел черепа кошки состоит из 11 костей, лицевой — из 13; у кролика и зайца по 10 костей в мозговом отделе и 9 — в лицевом отделе.

Различия костей черепа у данных видов животных (рис. 2) состоят в том, что у кошки короткий и круглый череп, его размеры у взрослой особи варьируются в зависимости от породы, пола, а также индивидуальных наследственных признаков. Череп зайца массивный, широкий, с несколько уплощенной мозговой капсулой; так же как у кошки, размер может несколько отличаться

Рис. 1. Морфология черепов: кролика, кошки, зайца. Вид сзади

Fig. 1. Morphology of the skull: rabbit, cat, hare. Back view



Таблица 1. Линейные измерения черепов кошек, кроликов, зайцев

Table 1. Linear measurements of the skulls of cats, rabbits, hares

Промеры	Череп кошки (длина, см)	Череп кролика (длина, см)	Череп зайца (длина, см)
Общая длина	8,50± 0,03*	10,00 ± 0,03*	10,00 ± 0,03*
Кондилообразная длина	5,00± 0,02*	7,00± 0,02*	8,50± 0,02*
Скуловая ширина	6,50± 0,02	4,30± 0,02	4,40± 0,02
Межглазничная ширина	2,50± 0,03	2,00± 0,03	2,50± 0,03
Ширина мозгового отдела черепа	4,00± 0,03*	2,50± 0,03*	3,90± 0,03*
Ширина носового отдела черепа	1,70± 0,01	1,10± 0,01	2,00± 0,01
Высота черепа	4,00± 0,04*	10,00 ± 0,03*	6,30± 0,04*
Альвеолярная длина верхнего ряда зубов	1,50± 0,01	1,50 ± 0,01	1,90± 0,01
Альвеолярная длина нижнего ряда зубов	1,90± 0,01	1,40 ± 0,01	2,00± 0,01
Длина носовых костей	1,80± 0,01	4,50 ± 0,01	4,00± 0,01
Высота нижней челюсти	2,50± 0,02	3,80 ± 0,02	7,30± 0,02

Примечание: * — $P > 0,05$.

в зависимости от породы, индивидуальных особенностей, пола. Череп зайца сравнительно массивнее и шире черепа кролика и кошки. У кошки кости черепной коробки больше костей лицевой части черепа.

У кошки межчелюстная кость отсутствует, в отличие от кролика и зайца. Носовые кости у кролика длиннее, чем у кошки, но короче, чем у зайца. В черепах кролика и зайца на лобной кости присутствует передний и задний надглазничный отросток, у кошки его нет, но имеется скуловой отросток лобной кости и лобный отросток скуловой кости. Тело затылочной кости и клиновидная кость у кошки, кролика и зайца имеют сходное строение.

У всех изучаемых животных имеется крючок крыловидной кости, но у кошки он длинный и закруглен внутрь, а у кролика (рис. 3) и зайца он короткий, острый и прямой.

Глазничная орбита у кошки и кролика больше, чем у зайца (рис. 4). Скуловые дуги массивные у кошки, у кролика и зайца имеют меньший размер.

Слуховые барабаны у кролика и зайца округлой формы и немного вздутые, у кошки они имеют овальную форму. Нижнечелюстная кость зайца и кролика длинная и массивная, нижняя челюсть кошки короткая, небольшая. Межтеменная кость зайца слилась с затылочной, а у кролика и кошки она существует как самостоятельная кость. Носовая полость у зайца и кошки более короткая и обширная, ее выходы и отверстия (хоаны) широкие, у кролика носовая полость вытянута, а хоаны резко сужены. Большое затылочное отверстие у зайца вытянуто в вертикальном направлении, а у кролика и кошки — в поперечном. Задний отросток скуловой кости у зайца вдвое короче, чем у кролика и кошки.

Выводы

При изучении данной темы были рассмотрены черепа ($n = 9$): кошки домашней беспородной, кролика породы серый великан, зайца-русака. Проведя анализ полученных данных, можно сделать выводы о том, что черепные кости животных, изучаемых выше, значительно отличаются друг от друга. У кошки межчелюстная кость и надглазничный отросток отсутствуют, крючок крыловидной кости — длинный и закруглен внутрь. В черепах кролика и зайца на лобной кости присутствует передний и задний надглазничный отросток, крючок крыловидной кости короткий, острый и прямой. Межтеменная кость зайца сли-

Рис. 2. Черепа с вентральной поверхности: кролика, кошки, зайца

Fig. 2. Skull from the ventral surface: rabbit, cat, hare



Рис. 3. Череп кролика с вентральной поверхности. Крючок крыловидной кости

Fig. 3. Skull of a rabbit from the ventral surface. Hook of the pterygoid bone

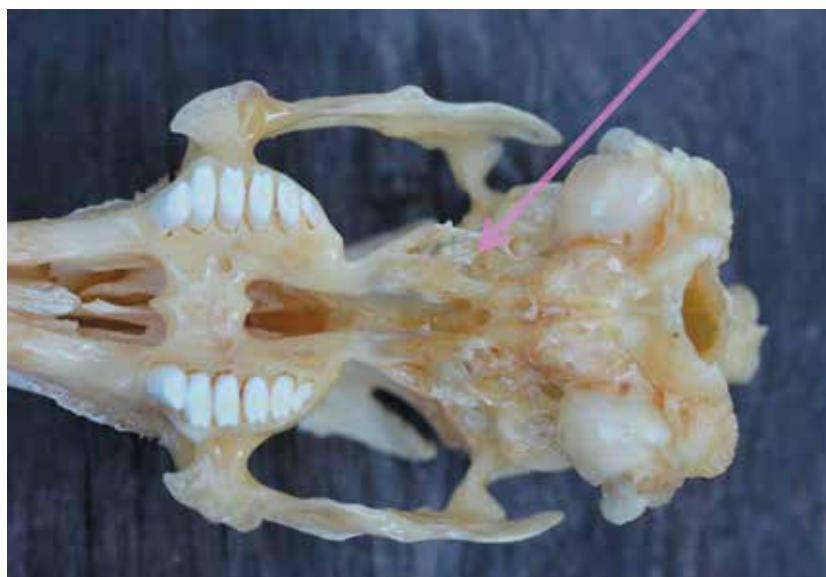


Рис. 4. Черепа с дорсальной поверхности: кролика, кошки, зайца

Fig. 4. Skull from the dorsal surface: rabbit, cat, hare



лась с затылочной, а у кролика и кошки она существует как самостоятельная кость. Представленная информация существенно облегчит проведение ветеринарной судебной экспертизы при расследовании преступлений, связанных с браконьерством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Старченко, Н.Ю. Основы ветеринарной остеопатологии / Анников В.В., Старченко Н.Ю. // Учебное пособие для самостоятельной работы студентов учреждений высшего профессионального образования специальности 36.05.01 – ветеринария: Саратов, 2018. Том 3. 262 с.
2. Старченко, Н.Ю. Основы ветеринарной остеопатологии / Анников В.В., Старченко Н.Ю. // Учебное пособие для самостоятельной работы студентов учреждений высшего профессионального образования специальности 36.05.01 – ветеринария: Саратов, 2016. Том 1. 242 с.
3. Derezhina, T. Correction of homeostatic mechanisms of humoral regulation of bone remodeling processes in piglets with pathology of vitamin-mineral metabolism / Derezhina T., Ushakova T., Kapelst I., Zelenkova G., Tambiev T., Kalyuzhny I. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, interagromash 2019. 2019. С. 012048.
4. Зирук, И.В. Сравнительный аспект морфологических особенностей строения костей черепа барана и косули / Тарасова А.А., Копчекчи М.Е., Зирук И.В. // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства. Материалы VII Международной научно-практической конференции (очной конференции). Под редакцией И.А. Родионовой. Саратов, 2021. С. 114–118.
5. Анников, В.В. Ветеринарная стоматология / Слесаренко Н.А., Красников А.В., Иванов В.А., Анников В.В., Ватников Ю.А., Красникова Е.С. // учебно-методическое пособие для вузов: Санкт-Петербург, 2021. 132 с.
6. Анников, В.В. Дистрактор мышц лицевой части черепа плотоядных животных / Анников В.В., Ероклinceв В.Н., Красников А.В., Ключин С.Д. // Патент на изобретение RU 2629251 С, 28.08.2017. Заявка № 2015117871 от 12.05.2015.
7. Зеленецкий, Н.В. Анатомия животных / Зеленецкий Н.В., Щипакин М.В. // Учебник для вузов: Санкт-Петербург, 2022. (3-е издание, стереотипное). 484 с.
8. Зеленецкий, Н.В. Анатомия животных. неврология. органы чувств. особенности строения домашней птицы. практикум / Зеленецкий Н.В., Щипакин М.В., Былинская Д.С. // Учебное пособие для вузов: Санкт-Петербург, 2022. 128 с.
9. Прусаков, А.В. Способ изготовления анатомических копий костей методом отливки в силиконовой форме / Прусаков А.В., Зеленецкий Н.В., Щипакин М.В., Шавров С.С., Бартечева Ю.Ю., Былинская Д.С., Васильев Д.В., Хватов В.А., Стратонов А.С. // Патент на изобретение RU 2716677 C1, 13.03.2020. Заявка № 2018142728 от 03.12.2018.
10. Зирук, И.В. Видовые особенности морфологии скелета шиншиллы и крысы / Зирук И.В., Егуннова А.В., Копчекчи М.Е., Ярош Я.Е. // В сборнике: Сборник научных трудов 11-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Purina Partners. Сборник научных трудов конференции. Москва, 2021. С. 485–489.
11. Prusakov, A. Morphology of the vascular bodies of the encephalon's ventricles of cow (bos taurus taurus) / Prusakov A., Zelenetskiy N., Shchipakin M., Bylinskaya D., Barteneva Y., Vasilyev D., Stratonov A., Khvatov V. // Macedonian Veterinary Review. 2020. T. 43. № 1. С. 31–36.

ОБ АВТОРАХ:

Копчекчи Марина Егоровна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии, патологии животных и биологии Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова
ORDIC 0000-0002-0529-5886

Тарасова Анастасия Александровна, студент 2 курса факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова
ORDIC 0000-0002-4262-284X

Зирук Ирина Владимировна, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры морфологии, патологии животных и биологии Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова
ORDIC 0000-0001-7300-3956

Егуннова Алла Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры болезни животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова
ORCID 0000-0002-6324-0867

REFERENCES

1. Starchenko N.Yu. Fundamentals of veterinary osteoarthrology / Annikov V.V., Starchenko N.Yu. // Textbook for independent work of students of institutions of higher professional education, specialty 36.05.01 - veterinary medicine / Saratov, 2018. Volume 3. 262 s.
2. Starchenko N.Yu. Fundamentals of veterinary osteoarthrology / Annikov V.V., Starchenko N.Yu. // Textbook for independent work of students of institutions of higher professional education of the specialty 36.05.01 - veterinary medicine / Saratov, 2016. Volume 1.- 242 s.
3. Derezhina, T. Correction of homeostatic mechanisms of humoral regulation of bone remodeling processes in piglets with pathology of vitamin-mineral metabolism / Derezhina T., Ushakova T., Kapelst I., Zelenkova G., Tambiev T., Kalyuzhny I. // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, interagromash 2019. 2019. P. 012048.
4. Ziruk, I.V. Comparative aspect of the morphological features of the structure of the skull bones of sheep and roe deer / Tarasova A.A., Kopchekchi M.E., Ziruk I.V. // In the collection: Problems and prospects of innovative development of world agriculture. Materials of the VII International scientific-practical conference (face-to-face conference). Edited by I.A. Rodionova. Saratov, 2021, pp. 114–118.
5. Annikov, V.V. Veterinary dentistry / Slesarenko N.A., Krasnikov A.V., Ivantsov V.A., Annikov V.V., Vatinikov Yu.A., Krasnikova E.S. // teaching aid for universities / St. Petersburg, 2021.- 132 s.
6. Annikov, V.V. Muscle distractor of the facial part of the skull of carnivores / Annikov V.V., Eroklintsev V.N., Krasnikov A.V., Klyukin S.D. // Patent for invention RU 2629251 C, 28.08.2017. Application No. 2015117871 dated 05/12/2015.
7. Zelenetskiy, N.V. Anatomy of animals. neurology. sense organs. structural features of poultry. workshop / Zelenetskiy N.V., Shchipakin M.V., Bylinskaya D.S. // Textbook for universities / St. Petersburg, 2022.- 484 s.
8. Zelenetskiy, N.V. Anatomy of animals / Zelenetskiy N.V., Shchipakin M.V. // Textbook for universities / St. Petersburg, 2022. (3rd edition, stereotypical).- 128 s.
9. Prusakov, A.V. A method of making anatomical copies of bones by casting in a silicone mold / Prusakov A.V., Zelenetskiy N.V., Shchipakin M.V., Shavrov S.S., Barteneva Yu.Yu., Bylinskaya D.S., Vasilyev D. V., Khvatov V.A., Stratonov A.S. // Patent for invention RU 2716677 C1, 03/13/2020. Application No. 2018142728 dated 12/03/2018.
10. Ziruk, I.V. Species features of the skeletal morphology of chinchilla and rat / Ziruk I.V., Egunova A.V., Kopchekchi M.E., Yarosh Ya.E. // In the collection: Collection of scientific papers of the 11th International Interuniversity Conference on Clinical Veterinary Medicine in the Purina Partners format. Collection of scientific papers of the conference. Moscow, 2021, pp. 485–489.
11. Prusakov, A. Morphology of the vascular bodies of the encephalon's ventricles of cow (bos taurus taurus) / Prusakov A., Zelenetskiy N., Shchipakin M., Bylinskaya D., Barteneva Y., Vasilyev D., Stratonov A., Khvatov V. // Macedonian Veterinary Review. 2020. T. 43. № 1. С. 31–36.

ABOUT THE AUTHORS:

Kopchekchi Marina Egorovna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
ORDIC 0000-0002-0529-5886

Tarasova Anastasia Alexandrovna, 2nd year student of the Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
ORDIC 0000-0002-4262-284X

Ziruk Irina Vladimirovna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
ORDIC 0000-0001-7300-3956

Egunova Alla Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Disease and Veterinary and Sanitary Expertise of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
ORCID 0000-0002-6324-0867

УДК [636.03+636.03]:577.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

исследования/research

Новикова И. А.¹

Долгая М.Н.²

¹ Орловский государственный аграрный университет, 302019, ул. Генерала Родина, 69, Орел, Орловская область, Россия
E-mail: novira00@mail.ru

² ГК ВИК, ул. Марксистская, д. 3, с. 7, Москва, Россия

Ключевые слова: субклинический кетоз, биохимический состав крови, ферменты, цеолиты, лецитин, молочные коровы

Для цитирования: Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 22–26.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Irina A. Novikova¹,
Marina N. Dolgaya²

¹ Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, 69, General Rodin st., Orel, 302019, Russian Federation
E-mail: novira00@mail.ru

² VIC GROUP, st. Marxistskaya, 3 build. 7, Moscow, Russia

Key words: subclinical ketosis, biochemical composition of blood, enzymes, zeolites, lecithin, dairy cows

For citation: Novikova I.A., Dolgaya M.N. The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 22–26. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>

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

The authors declare no conflict of interest.

Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Кетоз — часто наблюдаемое заболевание крупного рогатого скота, которому особенно подвержены высокопродуктивные коровы после отела, в связи с чем активно ведется поиск доступных и эффективных методов профилактики и коррекции данного состояния.

Материалы и методы. Проведено исследование биохимических показателей сыворотки крови больных субклиническим кетозом коров черно-пестрой породы при лечении по схемам, включавшим пропиленгликоль, природные цеолиты Хотынецкого месторождения и лецитин. Биохимический состав сыворотки крови и активность ферментов в ней исследовались в 4 группах новотельных коров: 1 — клинически здоровые (контроль); 2 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней; 3 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней и цеолиты в количестве 3% сухой массы корма в течение 21 дня; 4 — больные субклиническим кетозом, получавшие 250 мл пропиленгликоля 2 раза в день в течение 7 дней, цеолиты в количестве 3% сухой массы корма и 15 г лецитина на 100 кг живой массы в течение 21 дня.

Результаты исследований. Удалось установить, что восстановление показателей биохимического состава сыворотки крови заболевших коров до уровней клинически здоровых животных достигается на 22-й день терапии при совместном использовании пропиленгликоля, природных цеолитов и лецитина. Исключение составило содержание глюкозы, которое осталось достоверно повышено на 14,0% в сравнении с контрольным показателем. Преимущество комплексной схемы лечения перед используемой в хозяйстве основной терапией с применением только пропиленгликоля выражается в достоверном повышении на 22-й день эксперимента в сыворотке крови общего белка на 7,0%, мочевины — на 17,5%, снижении концентрации холестерина на 29,0%, общего билирубина — на 27,5%, активностей ферментов АСТ — на 31,9% и ЛДГ — на 28,5%.

The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin

ABSTRACT

Relevance. Ketosis is a frequently observed disease in cattle, which is especially susceptible to highly productive cows after calving, and therefore the search for affordable and effective methods for the prevention and correction of this condition is actively pursued.

Materials and methods. The biochemical parameters of the blood serum of Black-and-White cows with subclinical ketosis treated according to schemes that included propylene glycol, natural zeolites of the Khotynets deposit, and lecithin were studied. The biochemical composition of blood serum and the activity of enzymes in it were investigated in 4 groups of newly calved cows: 1 — clinically healthy (control); 2 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days; 3 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days and zeolites in the amount of 3% of the dry weight of the feed for 21 days; 4 — animals with subclinical ketosis which received 250 ml of propylene glycol 2 times a day for 7 days, zeolites in the amount of 3% of the dry weight of the feed and 15 g of lecithin per 100 kg of live weight for 21 days.

Research results. It was found that the restoration of the parameters of the biochemical composition of the blood serum of diseased cows to the levels of clinically healthy animals had been achieved on the 22nd day of therapy with the combined use of propylene glycol, natural zeolites and lecithin. The exception was the glucose content, which remained significantly increased by 14.0% compared to the control. The advantage of a complex treatment scheme over the main therapy used on the farm with the use of only propylene glycol is expressed in a significant increase on the 22nd day of the experiment in the blood serum of total protein by 7.0%, urea — by 17.5%, a decrease in cholesterol concentration by 29.0%, total bilirubin — by 27.5%, AST enzyme activities — by 31.9% and LDH — by 28.5%.

Поступила: 12 апреля 2022
Принята к публикации: 18 мая 2022

Received: 12 April 2022
Accepted: 18 May 2022

Введение

Кетоз у крупного рогатого скота представляет собой одно из самых распространенных заболеваний из группы метаболических нарушений. В большей степени заболеванию подвержены коровы с высокими удоями во время стойлового периода. При резко возрастающих в связи с началом лактации энергетических потребностях такие животные оказываются не в состоянии обеспечить их путем получения достаточного количества энергии из кормов рациона. Дефицит энергии начинает компенсироваться использованием липидов жировых депо с образованием кетоновых тел и аммиака [1, 2]. Вклад в патогенез кетоза вносят гормональные нарушения, возникающие при напряженном течении метаболических процессов у коров с высокой продуктивностью; у коров с высокой упитанностью вероятно развитие инсулинорезистентности и нарушение усвоения глюкозы тканями организма. Неспецифическим фактором развития патологии является усиление оксидативного стресса [3, 4].

Нарушения обменных процессов при кетозе приводят к высокой продукции и накоплению в организме кетоновых тел: бета-оксимасляной и ацетоуксусной кислот и ацетона. В крови снижается содержание глюкозы, растет уровень общих липидов, летучих жирных кислот и неэтерифицированных жирных кислот. Отмечаются поражения почек, печени, в которой снижается синтез белка и мочевины, желез эндокринной системы, интоксикация организма, возможны проявления неврологических симптомов и агрессии [2, 5]. Животные теряют аппетит, снижается их живая масса. Заболевание коров кетозом в субклинической форме выражается в сокращении молочной продуктивности на 10–15%, снижении качества молока, увеличении сроков восстановления репродуктивной функции после родов и получении ослабленного потомства, восприимчивого к диспепсии и респираторным заболеваниям [6, 7].

Возникновение у коров кетоза связано с повышением риска задержания последа во время родов и развития послеродовых осложнений: метрита, мастита, кист в яичниках и их гормональной дисфункции [7].

Важно, чтобы терапия кетоза начиналась с нормализации рациона и включения источников легкоусвояемых углеводов, оптимальной балансировки по белку, сахару (сахаропротеиновое отношение необходимо поддерживать на уровне 1,5), макро- и микроэлементам [8, 9].

В профилактике и лечении кетоза используют терапию пропиленгликолем в виде добавок в рацион в дозе 3–5% от сухой массы концентратов. Достаточно распространенными средствами являются глюкоза, пропионат натрия, глицерин, ниацин, также комплексные препараты минеральных элементов и витаминов [10].

Целью нашей работы было исследование биохимических показателей сыворотки крови коров в ходе тера-

пии субклинического кетоза с использованием, помимо пропиленгликоля, природных цеолитов Хотынецкого месторождения и лецитина. Цеолиты — минералы группы алюмосиликатов известны большой сорбционной способностью, в кормлении животных используются в целях детоксикации, регуляции минерального обмена, поддержания кислотно-основного равновесия [11]. У жвачных цеолиты стимулируют жизнедеятельность микрофлоры рубца и активность ряда ферментов. В свою очередь лецитин, состоящий из фосфолипидов, жирных кислот и биологически активных витаминоподобных веществ, стабилизирует клеточные мембраны, защищает клетки и ткани от окислительного стресса, усиливает усвоение жирорастворимых витаминов. Лецитины также используются в роли гепатопротектора и регулятора метаболизма [12].

Методика

Исследование биохимических показателей сыворотки крови новотельных коров с субклиническим кетозом при различных схемах терапии заболевания проводилось на базе промышленного животноводческого комплекса в Орловском районе Орловской области России. В опыт были поставлены высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы в период начала 2-й лактации.

Животные были сформированы в группы по принципу пар-аналогов с учетом физиологического состояния, молочной продуктивности и живой массы. Все коровы содержались в одинаковых условиях и получали рацион в соответствии с рекомендациями Российской академии сельскохозяйственных наук (основной рацион). Диагноз «субклинический кетоз» подтверждали при выявлении у животных кетонемии, кетолактрии и кетонурии. Для этого проводили качественное определение кетоновых тел в биологических жидкостях с помощью пробы Лестраде. Сформированные группы животных и использованные схемы лечения указаны в таблице 1.

Работу вели в соответствии с принципами гуманного обращения с животными, используемыми в научном эксперименте. Кровь для биохимического анализа получали до начала опыта, затем на 8-е, 15-е и 22-е сутки с момента начала лечения. Пробы отбирали до первого кормления из яремной вены, соблюдая меры асептики и антисептики.

В сыворотке определяли концентрации глюкозы, общих липидов, общего билирубина, холестерина с помощью диагностических наборов BIO-LA-TEST (Lachema, Чехия), общего белка — рефрактометрическим методом, мочевины — фотометрическим методом при реакции с диацетилмонооксином. Показатели каталитической активности ферментов АЛТ, АСТ, ЛДГ и ЩФ измеряли с помощью биохимического анализатора Clima 15.

Математическую обработку результатов производили с использованием прикладных программ MS Excel

Таблица 1. Схема эксперимента

Table 1. Design of experiment

1-я группа (n = 10)	2-я группа (n = 10)	3-я группа (n = 10)	4-я группа (n = 10)
Клинически здоровые коровы (контроль)	Коровы с субклиническим кетозом	Коровы с субклиническим кетозом	Коровы с субклиническим кетозом
Основной рацион	Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней (основная схема лечения)	Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней + хотынецкие цеолиты 3% от сухой массы корма — 21 день	Основной рацион + пропиленгликоль по 250 мл 2 раза в день в течение 7 дней + хотынецкие цеолиты 3% от сухой массы корма — 21 день + лецитин 15 г на 100 кг живой массы — 21 день

и Statistica Statsoft Inc. Статистическую значимость различий между показателями разных групп устанавливали по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты

Результаты анализа показателей углеводного, белкового и жирового обменов у коров при традиционной схеме лечения и терапии, дополненной использованием хитынецких цеолитов и лецитина, представлены в таблице 2.

Во всех опытных группах больных кетозом коров у животных устанавливались признаки гипогликемии — достоверное снижение уровня глюкозы до начала опыта в сравнении с контролем на 26,5–28,1%. Недостаток глюкозы организм коров компенсирует посредством расхода депонированных жиров с высвобождением жирных кислот, при вовлечении которых в метаболические процессы образуется большое количество кетоновых тел. К 8-му дню опыта снижение содержания глюкозы составило менее выраженным и составляло 14,9–17,3%, к 15-му дню — 14,7–16,5%. К завершению опыта содержание глюкозы оставалось снижено во 2-й группе на 15,5%, в 3-й группе — на 15,1%, в 4-й группе — на 14,0%, однако значения показателя в опытных группах находились в пределах физиологической нормы, соответствующей 2,2–3,3 ммоль/л.

Концентрация общего белка у заболевших коров при постановке в опыт также была значимо снижена в сравнении с показателем контрольной группы, разница составляла 15,4–16,7%. Показатель у коров с субклиническим кетозом повышается к 22-му дню эксперимента, однако во 2-й и 3-й группе продолжает достоверно отличаться от уровня контрольной группы (ниже на 12,1 и 8,0% соответственно). У коров 4-й группы достоверной разницы со здоровыми коровами в уровне общего белка не было, в сравнении с коровами 2-й группы, получавшими в ходе лечения только пропиленгликоль, уровень общего белка был больше на 7,0%.

Уровень мочевины в сыворотке крови был ниже у больных коров на 44,9–45,4% по сравнению со здоровыми до начала опыта. К концу опыта в 3-й и 4-й группах не было зафиксировано достоверного снижения показателя относительно животных в контрольной группе, при этом в 4-й группе содержание мочевины было на 17,5% выше в сравнении с показателем 2-й группы. Во 2-й группе также сохранилось более низкое (на 34,0%) значение показателя в сравнении с контролем. Сниженный уровень мочевины на фоне пониженного уровня белка может указывать на недостаток пластических веществ и обменной энергии, замедление обмена веществ, также снижение мочевины рассматривается как признак нарушения функций почек и печени [13, 14, 15].

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови коров

Table 2. Biochemical indicators of cow blood serum

Показатели	Группа коров	День опыта			
		до начала	8-й день	15-й день	22-й день
Глюкоза, ммоль/л	1-я группа	2,49±0,14	2,55±0,10	2,66±0,12	2,71±0,13
	2-я группа	1,79±0,13**	2,11±0,15*	2,22±0,17*	2,29±0,12*
	3-я группа	1,80±0,12**	2,13±0,14*	2,24±0,16*	2,30±0,09*
	4-я группа	1,83±0,11**	2,17±0,10*	2,27±0,11*	2,33±0,07*
Общий белок, г/л	1-я группа	73,31±2,50	74,93±2,22	75,29±2,01	75,82±1,84
	2-я группа	61,74±1,96**	64,10±1,93**	65,26±1,78**	66,62±1,51**
	3-я группа	62,05±2,44**	64,77±2,09**	67,98±1,64*	69,76±1,33*
	4-я группа	61,04±2,25**	65,92±1,84**	68,84±1,84*	71,30±1,62/*
Мочевина, ммоль/л	1-я группа	3,81±0,54	3,74±0,62	3,69±0,59	3,65±0,52
	2-я группа	2,08±0,11**	2,19±0,15*	2,32±0,13*	2,41±0,19*
	3-я группа	2,14±0,12**	2,25±0,17*	2,39±0,14*	2,52±0,22
	4-я группа	2,10±0,14**	2,36±0,11*	2,68±0,20	3,01±0,16/*
Общие липиды, г/л	1-я группа	3,72±0,33	3,69±0,31	3,65±0,28	3,60±0,35
	2-я группа	4,62±0,26*	4,55±0,24*	4,48±0,19*	4,42±0,28
	3-я группа	4,69±0,22*	4,51±0,18*	4,32±0,15*	4,26±0,25
	4-я группа	4,64±0,28*	4,47±0,20*	4,23±0,30	4,17±0,31
Холестерин, ммоль/л	1-я группа	2,81±0,35	2,78±0,29	2,73±0,30	2,69±0,26
	2-я группа	4,30±0,27**	4,24±0,25**	4,15±0,28**	4,07±0,29**
	3-я группа	4,29±0,31**	4,23±0,30**	4,14±0,35**	4,03±0,32**
	4-я группа	4,32±0,30**	3,83±0,28*	3,27±0,26/*	2,89±0,24/**
Общий билирубин, мкмоль/л	1-я группа	4,38±0,36	4,27±0,41	4,25±0,38	4,13±0,44
	2-я группа	8,22±0,51***	7,96±0,40***	7,89±0,53***	7,64±0,61***
	3-я группа	8,27±0,57***	7,93±0,69***	7,83±0,66***	7,55±0,76**
	4-я группа	8,25±0,63***	7,73±0,73***	6,71±0,80*	5,54±0,75/*

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$, различия достоверны по отношению к показателям 1-й группы; /* — $P < 0,05$; /** — $P < 0,01$; /*** — $P < 0,001$, различия достоверны по отношению к показателям 2-й группы.

Таким образом, схема «пропиленгликоль + цеолиты + лецитин» обладает наибольшей эффективностью в коррекции белкового обмена при субклиническом кетозе у коров.

В показателях липидного обмена при кетозе происходят обратные изменения. До начала терапии субклинического кетоза у больных коров выявляли повышение концентрации общих липидов на 24,2–26,1% и холестерина — на 53,0–53,7%. Как правило, высокие уровни общих липидов и холестерина у недавно отелившихся коров связаны с мобилизацией жиров из депо и недостаточным поступлением легкопереваримых углеводов. Количество холестерина подвержено изменениям и в связи с синтезом стероидных гормонов. Физиологической нормой для высокопродуктивных молочных коров считается содержание общих липидов в сыворотке крови на уровне 3,5–5,5 г/л и холестерина — 1,3–4,42 ммоль/л [16, 17, 18]. При комплексном лечении животных с использованием цеолитов и лецитина в обоих показателях достоверные различия со значениями здоровых животных не были зарегистрированы уже на 15-й день наблюдений. На 22-й день эксперимента восстановление уровня общих липидов удалось достичь при

Таблица 3. Активность ферментов сыворотки крови коров

Table 3. The activity of enzymes in cow blood serum

Показатели	Группа коров	День опыта			
		до начала	8-й день	15-й день	22-й день
АЛТ, мкмоль/с-л	1-я группа	0,26±0,018	0,25±0,020	0,24±0,021	0,22±0,019
	2-я группа	0,39±0,029**	0,36±0,027**	0,33±0,030*	0,31±0,029*
	3-я группа	0,38±0,026**	0,34±0,028*	0,30±0,027	0,27±0,030
	4-я группа	0,37±0,028**	0,32±0,022*	0,29±0,018	0,25±0,024
АСТ, мкмоль/с-л	1-я группа	0,37±0,039	0,34±0,034	0,31±0,033	0,30±0,035
	2-я группа	1,22±0,082***	1,10±0,081***	0,97±0,087***	0,91±0,086***
	3-я группа	1,21±0,062***	1,07±0,069***	0,88±0,076***	0,82±0,079***
	4-я группа	1,23±0,069***	0,96±0,072***	0,76±0,075***	0,62±0,083**/*
ЛДГ, мкмоль/с-л	1-я группа	13,90±1,24	13,83±1,37	13,67±1,10	13,52
	2-я группа	28,39±1,78***	26,02±2,06***	25,11±1,99***	24,56±2,64**
	3-я группа	28,60±1,91***	25,55±2,28***	23,84±2,73**	21,46±2,60*
	4-я группа	28,47±1,89***	23,30±2,16**	20,29±2,52*	17,57±1,85/*
ЩФ, мкмоль/с-л	1-я группа	1,37±0,11	1,32±0,12	1,28±0,10	1,25±0,14
	2-я группа	1,97±0,16**	1,89±0,18**	1,81±0,17*	1,74±0,15*
	3-я группа	1,96±0,17**	1,83±0,20**	1,75±0,19*	1,67±0,16
	4-я группа	1,99±0,13**	1,78±0,14*	1,68±0,18	1,52±0,17

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$, различия достоверны по отношению к показателям 1-й группы; /* — $P < 0,05$; /** — $P < 0,01$; /*** — $P < 0,001$ различия достоверны по отношению к показателям 2-й группы.

всех схемах лечения. Уровень холестерина в это время соответствовал значению здоровых коров только в 4-й группе, при этом он был достоверно ниже, чем у коров 2-й группы — на 29,0%.

Повышение концентрации общего билирубина в сыворотке крови может свидетельствовать о повышенном разрушении эритроцитов и патологических процессах в печени. При заболевании кетозом показатель до начала лечения был повышен в 1,9 раза в сравнении с его значением у здоровых животных. Все варианты терапии заболевания характеризуются тенденцией к снижению концентрации билирубина на 8-й и 15-й дни применения. При завершении эксперимента во 2-й и 3-й группах коров уровень общего билирубина остается в 1,8 раз выше, чем у здоровых животных контрольной группы, в то время как в 4-й группе показатель приближается к значению здоровых животных, достоверно не отличаясь от него. В сравнении со 2-й группой, получавшей пропиленгликоль, в 4-й группе концентрация билирубина при завершении опыта была ниже на 27,5%. Можно предположить, что лучшие показатели коров в 4-й группе связаны с гепатопротекторным, антиоксидантным и антиоксидантным действием фосфолипидов (лецитина) [18, 19].

Субклинический кетоз у коров протекает на фоне выраженного повышения активности ферментов в сыворотке крови (таблица 3). Известно, что к увеличению их активности приводит воздействие стресс-факторов, вызывающих дисфункцию и разрушение клеток с высвобождением ферментов. Так, до начала опыта активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) была повышена на 42,3–50,0%, однако находилась в пределах физиологических значений. Терапия с использованием хитынецких цеолитов в группах 3 и 4 позволила снизить активность АЛТ до уровня здоровых животных к 15-му дню опыта. На 22-й день во 2-й группе активность АЛТ

сохранялась выше контрольной на 40,9%.

Активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) в сыворотке крови до начала терапии в сравнении с контролем была в 3,3 раза выше в группах заболевших коров. К 15-му дню активность АСТ продолжала быть выше в опытных группах в 2,5–3,1 раза, к завершению опыта — в 2,1–3,0 раза. При этом в момент завершения опыта активность фермента снизилась до референтных значений — 0,18–0,98 мкмоль/с-л, наименьший показатель — 0,62 мкмоль/с-л — зафиксирован в 4-й группе. В норме фермент имеет низкие значения активности в крови, большей частью присутствуя в клетках печени и сердца. Рост активности АСТ, отмечаемый при развитии кетоза, вероятен из-за повреждения тканей печени. При этом самое большое снижение показателя в 4-й группе говорит о восстановлении гепатоцитов при скормливаниях цеолитов и лецитина.

Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) у больных животных превышала уровень у здоровых коров в 2,0–2,1 раза, что является неспецифическим показателем тканевого

повреждения. Снижение показателя было зарегистрировано в сыворотке крови коров 4-й группы на 22-й день опыта, в это его время значение соответствовало уровню 1-й группы и было ниже, чем во 2-й, на 28,5%.

Достоверное повышение активности до начала лечения фиксировалось и в случае щелочной фосфатазы (ЩФ) — на 43,1–45,3% выше, чем у здоровых коров 1-й группы. В это время показатель также превосходил значение физиологической нормы — 1,67 мкмоль/с-л. Достижение значения здоровых животных было отмечено в 4-й группе на 15-й день наблюдений, на 22-й показатель достиг значения здоровых животных в 3-й и 4-й группах, а во 2-й остался повышен на 39,2%.

Выводы

Установлено положительное влияние использования хитынецких цеолитов и лецитина в сочетании с основной схемой лечения на биохимические показатели коров с субклиническим кетозом.

Проведенные исследования биохимического состава сыворотки крови заболевших высокопродуктивных коров, полученной во время и при завершении терапии, показывают, что при совместном использовании в схеме лечения пропиленгликоля, природных цеолитов и лецитина в большей степени достигается восстановление показателей и приближение их к значениям клинически здоровых животных.

Преимущество указанной комплексной схемы лечения перед традиционно используемой терапией с применением только пропиленгликоля выражается в достоверном повышении на 22-й день эксперимента в сыворотке крови общего белка на 7,0%, мочевины — на 17,5%, снижении концентрации холестерина на 29,0%, общего билирубина — на 27,5%, активностей ферментов АСТ — на 31,9% и ЛДГ — на 28,5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов ВА. О метаболическом профиле высокопродуктивных коров при беременности и бесплодии. *Сельскохозяйственная биология*. 2008;4: 64–67.
2. Issi M, Gül Y, Başbuğ O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkish journal of veterinary and animal sciences*. 2016;40(1): 47–52.
3. Нежданов АГ, Рецкий МИ, Сафонов ВА, Близнетцова ГН. Гормональный и антиоксидантный статус бесплодных коров. *Ветеринария*. 2012;10: 38–41.
4. Youssef M, El-Ashker M. Significance of insulin resistance and oxidative stress in dairy cattle with subclinical ketosis during the transition period. *Tropical animal health and production*. 2017;49(2): 239–244.
5. Новикова ИА, Ярован НИ, Гумаров МХ. Уровень кетонных тел в крови высокопродуктивных коров голштинской породы в условиях промышленного комплекса. *Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы IV Международной заочной научно-практической Интернет-конференции*. 2011: 89–92.
6. Antanaitis R, Žilaitis V, Kučinskas A, Juozaitienė V, Leonauskaitė K. Changes in cow activity, milk yield, and milk conductivity before clinical diagnosis of ketosis, and acidosis. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2015;70(92): 3–9.
7. Калаева ЕА, Калаев ВН, Черницкий АЕ, Алхамед М, Сафонов ВА Роль микроэлементного и гематологического статуса матери и плода в формировании предрасположенности к развитию бронхопневмонии у телят в неонатальный период. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019;2: 44–53.
8. Тимошина СВ, Столбова О. Кетоз у крупного рогатого скота. Интеграция науки и практики для развития Агропромышленного комплекса. Сборник статей всероссийской научной конференции. 2017: 353–358.
9. Романов КИ. Диагностические и профилактические мероприятия при кетозе крупного рогатого скота. *Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации*. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета; 2021;1: 136–141.
10. Gordon JL, LeBlanc S, Duffield TF. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2013;29(2): 433–445.
11. Учасов ДС, Буряков ВС, Ярован НИ, Червонова ИВ, Сеин ОБ. Пробиотики и пребиотики в промышленном свиноводстве и птицеводстве. Орел: Издательство Орел ГАУ. 2014. 164 с.
12. Bot F, Cossuta D, O'Mahony JA. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;111: 261–270.
13. Ярован НИ, Ермакова ЛА. Мониторинг метаболического статуса организма коров – залог своевременной коррекции обменных процессов. *Вестник аграрной науки*. 2019;2(77): 85–89.
14. Waterman RC, Löest CA, Bryant WD, Petersen MK. Supplemental methionine and urea for gestating beef cows consuming low quality forage diets. *Journal of animal science*. 2007;85(3): 731–736.
15. Зеленина ОВ, Пузач ЛВ. Биохимические показатели сыворотки крови коров в летний период. *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2015;9: 8–13.
16. Dhama AJ, Theodore VK, Panchal MT, Hadiya KK, Lunagariya PM, Sarvaiya NP. Effect of peripartum nutritional supplementation on postpartum fertility and blood biochemical and steroid hormone profile in crossbred cows. *Indian Journal of Animal Research*. 2017;51(5): 821–826.
17. Нежданов АГ, Рецкий МИ, Сафонов ВА, Братченко ЭВ. Изменение пероксидного и эндокринного статуса телок в процессе становления половой и физиологической зрелости. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012;3: 69–70.
18. Бондаренко ЕВ. Комплексное использование крапивы и лецитина для коррекции нарушений в оксидантно-антиоксидантной системе у высокопродуктивных коров в условиях промышленного комплекса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. 03.01.04. Курск, 2013. 24 с.
19. Манджигладзе ТЮ, Арчинова ТЮ, Романцова НА, Виноградова ЮГ. Сравнительная оценка гепатотропного действия яичного лецитина и сиропа с лецитином. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. 2015;1: 92–95.

ОБ АВТОРАХ:

Новикова Ирина Анатольевна, кандидат биологических наук, Орловский государственный аграрный университет
ORCID 0000-0001-6717-4863
Долгая Марина Николаевна, кандидат биологических наук, научный консультант
ORCID 0000-0003-3123-6641

REFERENCES

1. Safonov VA. Metabolic profile of high productive cows during pregnancy and barrenness. *Agricultural biology*. 2008;4: 64–67 (In Russ.).
2. Issi M, Gül Y, Başbuğ O. Evaluation of renal and hepatic functions in cattle with subclinical and clinical ketosis. *Turkish journal of veterinary and animal sciences*. 2016;40(1): 47–52.
3. Nezhdanov AG., Retsky MI., Safonov VA., Bliznetsova GN. Hormonal and antioxidant status of infertile cows. *Veterinary*. 2012;10: 38–41 (In Russ.).
4. Youssef M, El-Ashker M. Significance of insulin resistance and oxidative stress in dairy cattle with subclinical ketosis during the transition period. *Tropical animal health and production*. 2017;49(2): 239–244.
5. Novikova IA, Yarovani NI, Gumarov MK. The level of ketone bodies in the blood of high productive Holstein cows under conditions of an industrial complex. In: *Innovative fundamental and applied research in the field of chemistry for agricultural production. Materials of the IV International Extramural Scientific and Practical Internet Conference*; 2011: 89–92 (In Russ.).
6. Antanaitis R, Žilaitis V, Kučinskas A, Juozaitienė V, Leonauskaitė K. Changes in cow activity, milk yield, and milk conductivity before clinical diagnosis of ketosis, and acidosis. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2015;70(92): 3–9.
7. Kalaeva EA, Kalaev VN, Chernitsky AE, Alkhamed M, Safonov VA. The role of the microelement and hematological status of the mother and fetus in the formation of predisposition to the development of bronchopneumonia in calves during the neonatal period. *Problems of biology of productive animals*. 2019;2: 44–53 (In Russ.).
8. Timoshina SV, Stolbova O. Ketosis in cattle. In: *Integration of science and practice for the development of the agro-industrial complex. Collection of articles of the All-Russian scientific conference*; 2017: 353–358 (In Russ.).
9. Romanov KI. Diagnostic and preventive measures for ketosis in cattle. In: *Prospect technologies in the modern agro-industrial complex of Russia: traditions and innovations*. Ryazan: Publishing House of the Ryazan State Agrotechnological University; 2021; 1: 136–141 (In Russ.).
10. Gordon JL, LeBlanc S, Duffield TF. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2013;29(2): 433–445.
11. Uchasov DS, Buyarov VS, Yarovani NI, Chervonova IV, Sein OB. Probiotics and prebiotics in industrial pig and poultry farming. *Orel: Orel GAU Publishing House*. 2014. 164 p. (In Russ.).
12. Bot F, Cossuta D, O'Mahony JA. Inter-relationships between composition, physicochemical properties and functionality of lecithin ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;111: 261–270.
13. Yarovani NI, Ermakova LA. Monitoring the metabolic status of cows is the key to timely correction of metabolic processes. *Bulletin of agrarian science*. 2019;2(77): 85–89 (In Russ.).
14. Waterman RC, Löest CA, Bryant WD, Petersen MK. Supplemental methionine and urea for gestating beef cows consuming low quality forage diets. *Journal of animal science*. 2007;85(3): 731–736.
15. Zelenina OV, Puzach LV. Biochemical indicators of blood serum of cows in the summer. *Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century*. 2015;9:8–13. (In Russ.).
16. Dhama AJ, Theodore VK, Panchal MT, Hadiya KK, Lunagariya PM, Sarvaiya NP. Effect of peripartum nutritional supplementation on postpartum fertility and blood biochemical and steroid hormone profile in crossbred cows. *Indian Journal of Animal Research*. 2017;51(5): 821–826.
17. Nezhdanov AG, Retsky MI, Safonov VA, Bratchenko EV. Change in peroxide and endocrine status of heifers in the process of establishment of sexual and physiological maturity. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012;3: 69–70 (In Russ.).
18. Bondarenko EV. Complex use of nettle and lecithin for the correction of disorders in the oxidant-antioxidant system in highly productive cows in an industrial complex. Abstract of the dissertation for the candidate of biological sciences degree. 03.01.04. Kursk, 2013. 24 p. (In Russ.).
19. Manjigoladze TY, Archinova TY, Romantsova NA, Vinogradova YG. Comparative assessment of the hepatotropic effect of egg lecithin and syrup with lecithin. *Rational nutrition, nutritional supplements and biostimulants*. 2015;1: 92–95 (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Novikova I.A., Candidate of Biological Sciences, Orel State Agrarian University
ORCID 0000-0001-6717-4863
Dolgaya M.N., Candidate of Biological Sciences, scientific editor
ORCID 0000-0003-3123-6641

УДК 612.017:612.664:636.22/.28

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-27-31>

исследования / research

**Боголюбова Н.В.,
Рыков Р.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста), 142132, Московская обл., городской округ Подольск, п. Дубровицы, д. 60
E-mail: 652202@mail.ru

Ключевые слова: молочные коровы, сухостой, месяц лактации, антиоксидантный статус.

Для цитирования: Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Показатели антиоксидантной защиты организма молочных коров в зависимости от фазы лактации и физиологического состояния. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 27–31.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-27-31>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Nadezhda V. Bogolyubova,
Roman A. Rykov**

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 142132, Moscow region, Podolsk city district, Dubrovitsy village, 60
E-mail: 652202@mail.ru

Key words: dairy cows, dry cowbane, lactation month, antioxidant status

For citation: Bogolyubova N.V., Rykov R.A. Indicators of antioxidant protection of the body of dairy cows depending on the phase of lactation and physiological state. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 27–31. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-27-31>

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

The authors declare no conflict of interest.

Показатели антиоксидантной защиты организма молочных коров в зависимости от фазы лактации и физиологического состояния

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Научный интерес представляют исследования по оценке про- и антиоксидантного статуса организма продуктивных животных, поскольку они взаимосвязаны со здоровьем, состоянием иммунной и репродуктивной системы.

Методы. С целью изучения показателей антиоксидантной защиты в организме молочных коров в зависимости от месяца лактации и физиологического состояния, в условиях ПЗ «Ладожский» (Краснодарский край) в зимний период 2021 года были сформированы следующие группы коров: сухостойные; лактирующие: 1-го месяца; 2-го месяца; 3-го месяца; 4-го месяца; 5-го месяца; 6–7-го месяца. В крови исследуемых животных определены следующие показатели: концентрация церулоплазмينا, продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, общий антиоксидантный статус, антиокислительная активность сыворотки крови.

Результаты. Полученные результаты указывают на изменения антиоксидантного статуса в организме коров в зависимости от физиологического состояния и месяца лактации. К 5–6-му месяцам лактации в крови коров наблюдаются максимальные уровни накопления продуктов ПОЛ и снижается уровень церулоплазмينا, а поддержание общего антиоксидантного статуса осуществляется за счет других водорастворимых антиоксидантов. Наиболее значимые изменения в изучаемых показателях наблюдаются между сухостойными и лактирующими коровами. Полученные результаты позволяют проводить мониторинг состояния здоровья животных и послужат накоплению базы данных для разработки референтных значений показателей антиоксидантного статуса в организме молочных коров в зависимости от физиологического состояния и фазы лактации.

Indicators of antioxidant protection of the body of dairy cows depending on the phase of lactation and physiological state

ABSTRACT

Relevance. Studies on the assessment of the pro- and antioxidant status of the body of productive animals are relevant, since they are interconnected with health, the state of the immune and reproductive systems. There is a steadily growing body of information in the field of oxidative stress in animal husbandry and veterinary medicine, which indicates the general importance of antioxidant defense of the body with impaired health and productivity of ruminants. There is a growing need to translate this knowledge into practical proposals for livestock specialists and veterinarians.

Methods. In order to study the indicators of antioxidant protection in the body of dairy cows depending on the month of lactation and the physiological state, the following groups of cows were formed in the conditions of the PZ Ladozhsky (Krasnodar district) in the winter period of 2021: dry; lactating: 1 month; 2 months; 3 months; 4 months; 5 months; 6–7 months. The following indicators were determined in the blood of the studied animals: the concentration of ceruloplasmin, products reacting with thiobarbituric acid, the total content of water-soluble antioxidants, the general antioxidant status, and the antioxidant activity of blood serum.

Results. The results obtained indicate changes in the antioxidant status in the body of cows, depending on the physiological state and month of lactation. By 5–6 months of lactation in the blood of cows the maximum levels of accumulation of LPO products are observed and the level of ceruloplasmin decreases, and the maintenance of the overall antioxidant status is carried out at the expense of other water-soluble antioxidants. The most significant changes in the studied parameters are observed between dry and lactating cows. The results obtained will allow monitoring the health status of animals and will serve as the accumulation of a database for the development of reference values for indicators of the antioxidant status in the body of dairy cows, depending on the physiological state and phase of lactation.

Поступила: 20 апреля 2022
Принята к публикации: 20 мая 2022

Received: 20 April 2022
Accepted: 20 May 2022

Введение

Наряду с изучением показателей, характеризующих состояние обмена веществ в организме, актуальным является оценка про- и антиоксидантного статуса организма, показатели которого, как известно, взаимосвязаны со здоровьем животных, в том числе и состоянием иммунной, репродуктивной систем [1]. Неуклонно растет информация в области оксидативного стресса в животноводстве и ветеринарии, что указывает на общую важность антиоксидантной защиты организма (АОЗ) для борьбы с нарушениями здоровья и продуктивности жвачных животных. Возрастает потребность во внедрении этих знаний в практические предложения для зоотехников и ветеринаров.

В случае негативных средовых воздействий в организме продуктивных животных наступают различные дисфункции, а затем и явления патологии, способные нанести урон отраслям животноводства [2, 3]. Окислительный стресс (ОС) — это состояние в живом организме, которое возникает при значительном дисбалансе между образованием активных форм кислорода (АФК) в клетке и антиоксидантами [4, 5]. ОС в организме может быть спровоцирован различными климатическими [6], технологическими [7] и физиологическими [8] факторами. Говоря о физиологических стрессах, следует обратить внимание, что образование АФК в организме коров увеличивается не только в начале лактации, но и при переходе лактирующих животных с ранней лактации на среднюю, когда происходит большое количество метаболических и физиологических адаптаций, что может привести к дисфункции и воспалению организма хозяина [9].

Условия содержания животных влияют на уровень антиоксидантной защиты организма коров. Так, например, новотельные коровы с высокой плотностью посадки имели более высокий статус ОС по сравнению с аналогами с низкой плотностью, что дополнительно приводило к большей проницаемости молочной железы [7].

Ухудшение репродуктивной способности млекопитающих в период стрессовых воздействий может быть также вызвано ОС и образованием излишнего для организма количества АФК [10, 11]. Авторы указывают на различные физиологические и патологические функции в репродуктивных органах животных под действием ОС [12], в том числе крупного рогатого скота [13]. Показано прямое влияние негативных изменений в АОЗ на качество ооцитов, фолликулярную жидкость, развитие желтого тела, раннее эмбриональное развитие и имплантацию эмбрионов [12]. Другие исследователи также показали, что ОС играет определенную роль в патофизиологии бесплодия [14].

Существует взаимосвязь между антиоксидантными системами защиты и естественной резистентностью [15]. Так, усиление свободнорадикальных реакций перекисного окисления липидов (ПОЛ) приводит к нарушению функции переработки антигенной информации и синтеза антител. В то же время ряд иммуномодуляторов блокируют ПОЛ плазматических и субклеточных мембран, предохраняя их от действия перекисей и свободных радикалов, образующихся особенно часто в метаболически активных клетках (макрофаги, нейтрофилы), и тем самым сохраняют нормальную структуру и функцию мембран [16].

Изучению процессов ПОЛ и АОЗ посвящены работы разных исследователей. Рассматривается влияние применения различных форм биологически активных веществ (БАВ) на состояние антиоксидантной системы и интенсивность реакций ПОЛ в организме коров [17,

18]. Состояние антиоксидантной системы в организме животных оценивается при различных заболеваниях [19]. Определены корреляции между содержанием аминокислот в сыворотке и метаболитов в молоке с показателями АОЗ [20].

Таким образом, стрессы различной этиологии способствуют нарушению АОЗ в организме крупного рогатого скота, вызывая различные нарушения метаболических процессов в организме. Изучение показателей АОЗ организма крупного рогатого скота различного физиологического состояния, фазы лактации и других факторов востребовано для своевременной оценки состояния здоровья животных и разработки референтных значений и мер специфической антиоксидантной терапии.

Цель и задачи исследований — изучение показателей АОЗ в организме молочных коров в зависимости от месяца лактации и физиологического состояния.

Методика

Для реализации данной задачи в условиях племенного завода «Ладожский» (Краснодарский край) в зимний период (2021 год) были отобраны пробы крови от коров следующих групп: сухостойные — 25 голов; коровы 1-го месяца лактации — 17 голов; коровы 2-го месяца лактации — 14 голов; коровы 3-го месяца лактации — 13 голов; коровы 4-го месяца лактации — 12 голов; коровы 5-го месяца лактации — 23 головы, коровы 6–7-го месяца лактации — 12 голов. В отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста были проведены биохимические исследования и изучены показатели, характеризующие состояние антиоксидантной системы, по следующим методам: суммарное количество водорастворимых антиоксидантов (СКВА) — амперометрическим методом; концентрация церулоплазмينا (ЦП) — колориметрическим методом по Ревину; концентрация продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), — с использованием коммерческих наборов «ТБК-Агат» («Агат-Мед», Россия); общий антиоксидантный статус (ОАС) — с использованием коммерческих наборов «Total antioxidant status» («Randox Laboratories Ltd»); антиокислительная способность сыворотки крови (АОС) — колориметрическим методом; соотношение ТБК-АП/ЦП — расчетным методом.

Полученные данные обрабатывали биометрически методом дисперсионного анализа (ANOVA) в программе STATISTICA 10 («StatSoft, Inc.», США). Вычисляли среднеарифметические значения (M), среднеквадратическую ошибку ($\pm MSE$) и уровень значимости (P); различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$.

Результаты

При оценке уровня АОЗ организма молочных коров наш выбор пал на определение концентрации церулоплазмينا (ЦП), продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (СКВА), общего антиоксидантного статуса (ОАС) и антиокислительной активности сыворотки крови (АОС).

ЦП в настоящее время рассматривается в качестве одного из основных антиоксидантов плазмы крови. Помимо транспорта меди, он нейтрализует, подобно супероксиддисмутазе, радикалы O_2 , связывает ионы Fe^{2+} и Cu^{+} , выводя их из реакции Фентона, которая является одной из ключевых в инициации процессов ПОЛ [21].

После определения концентрации ЦП в организме коров в период сухостоя и в разные месяцы лактации отме-

тим, что минимальный уровень наблюдался (208 мг/л) во второй половине лактации (6–7-й месяц) (таблица 2). Затем наблюдалось некоторое повышение показателя, который достигал максимума в период раздоя (таблица 1). Мы отмечали достоверное снижение концентрации ЦП в организме коров 6–7-го месяца лактации по сравнению с этим показателем в крови коров на раздое (таблицы 1–2).

Анализируя характер изменения такого показателя, как ТБК-АП, необходимо учитывать его приоритетное значение по сравнению с другими показателями ПОЛ, поскольку в состав ТБК-АП входит ряд высокореакционных соединений, действующих на все структуры клетки. Согласно современным данным, эти соединения обеспечивают многофакторное явление, которое определяется как эндогенная интоксикация [22].

Минимальная концентрация ТБК-АП наблюдалась в организме сухостойных коров и составила 3,77 мкмоль/л. В период раздоя и в середине лактации показатель увеличивался (таблицы 1 и 2), достигая максимума на 5-м месяце лактации. Повышение уровня ТБК-АП у лактирующих коров по сравнению с сухостойными указывает на накопление в их организме продуктов ПОЛ в связи с ОС, связанными с физиологическим стрессом (отел). Это подтверждают исследования других авторов, которые показали, что образование АФК в организме коров увеличивается в начале лактации [9]. Образование молока, как и уровень молочной продуктивности, также может влиять на изучаемые процессы.

К водорастворимым антиоксидантам относятся аскорбиновая кислота, лимонная кислота, никотиновая кислота, серосодержащие соединения (цистеин, гомоцистеин, липоевая кислота, бензойная кислота, церулоплазмин), фенольные соединения (полифенолы), флавоноиды, трансферрин, лактоферрин, альбумин, мочевины, мочевая кислота. Эти соединения осуществляют свою защитную функцию в цитозоле клеток, межклеточной жидкости, плазме крови, лимфе. Поэтому суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов является показателем общей антиоксидантной защиты организма.

Изучая изменение показателя СКВА, мы отметили, что у сухостойных коров и новотельных животных в 1-й месяц лактации показатель был на уровне 13 мг/л (таблица 1). На втором месяце лактации уровень СКВА снизился на 18,4% ($P \leq 0,001$) по сравнению с животными 1-го месяца. Пик показателя в значении 14,04 мг/л наблюдали на 4-м месяце лактации, а затем констатировали вновь спад. Система АОЗ играет роль в нейтрализации образованных в этом процессе радикалов и с этим связано снижение уровня СКВА в крови лактирующих животных по сравнению с сухостойными.

Сопряженность протекания процессов липопероксидации и АОЗ можно оценить, рассчитав соотношение ряда компонентов этих систем. Отношение ТБК-АП к ЦП в организме сухостойных животных, а также коров на раздое в силу высокой активности

ЦП было ниже, чем у их аналогов в середине и конце лактации. Это указывает на то, что антиоксидантная система организма коров в сухостойный период и на раздое в целом адекватно реагирует на изменение интенсивности процессов ПОЛ. В процессе лактации происходит накопление продуктов ПОЛ и снижение концентрации ЦП в организме коров. Но при этом уровень АОЗ поддерживается другими водорастворимыми антиоксидантами, что позволяет поддерживать общий антиоксидантный статус на одном уровне в процессе лактации.

Выводы

Полученные результаты указывают на изменения антиоксидантного статуса в организме коров в зависимости от физиологического состояния и месяца лактации. Наиболее значимые изменения в изучаемых показателях наблюдаются между сухостойными и лактирующими коровами. В организме коров в сухостойный период наблюдалась минимальная концентрация ТБК-АП (3,77 мкмоль/л) и ЦП (233 мг/л) и, наоборот, повышенное содержание СКВА (13,13 мг/л) по сравнению с дойными животными 2-го, 3-го, 6–7-го месяцев лактации. Выявленные закономерности послужат накоплению новых знаний для разработки практических приемов регуляции уровня свободно-радикальных реакций в пределах биологических возможностей организма коров с различным физиологическим состоянием, что имеет большое практическое значение. Полученные результаты лягут в основу базы данных для разработки референтных значений показателей антиоксидантного статуса в организме молочных коров в зависимости от физиологического состояния и фазы лактации.

Таблица 1. Антиоксидантный статус организма коров в сухостойный период и на раздое

Table 1. The antioxidant status of the cows' body during the dry period and at the milking

	Сухостойные коровы (n = 47)	Месяц лактации		
		1-й (n = 17)	2-й (n = 14)	3-й (n = 13)
ТБК-АП, мкмоль/л	3,77±0,21 ^{2(555/6)}	4,19±0,2	4,55±0,3	4,16±0,7
ЦП, мг/л	233,00±9,33	260,00±17,5	253,00±25,8	260,00±13,7
ТБК/ЦП	0,016	0,016	0,018	0,016
СКВА, мг/л	13,13±0,31 ²²²	13,56±0,60	11,06±0,40 ¹¹¹	12,17±0,70
ОАС, ммоль/л	1,32±0,024	1,23±0,04	1,30±0,04	1,35±0,06
АОС, %	17,87±1,31	15,4±1,50	21,0±2,80	24,7±5,40

Различия по сравнению с 1-м месяцем лактации статистически достоверны при P: 111 — $\leq 0,001$; со 2-м месяцем при P: 2 — $\leq 0,05$, 22 — $\leq 0,01$, 222 — $\leq 0,001$; с 3-м месяцем при P: 3 — $\leq 0,05$, 33 — $\leq 0,01$, 333 — $\leq 0,001$; с 4-м месяцем при P: 4 — $\leq 0,05$, 44 — $\leq 0,01$, 444 — $\leq 0,001$; с 5-м месяцем при P: 5 — $\leq 0,05$, 55 — $\leq 0,01$, 555 — $\leq 0,001$; с 6–7-м месяцами при P: 6 — $\leq 0,05$, 66 — $\leq 0,01$, 666 — $\leq 0,001$.

Таблица 2. Антиоксидантный статус организма коров в середине и конце лактации

Table 2. Antioxidant status of cows in the middle and end of lactation

	Месяц лактации		
	4-й (n = 12)	5-й (n = 23)	6–7-й (n = 12)
ТБК-АП, мкмоль/л	4,43±0,25	5,12±0,32	4,59±0,30
ЦП, мг/л	226,00±17,5	231,00±14,00	208,00±21,00 ^P
ТБК/ЦП	0,020	0,022	0,022
СКВА, мг/л	14,04±0,90	13,04±0,60	12,65±1,34
ОАС, ммоль/л	1,36±0,04	1,30±0,04	1,27±0,04
АОС, %	13,77±1,09	18,24±2,00	20,48±4,02

Различия по сравнению с раздоем статистически достоверны при P $\leq 0,05$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Santos AL, Sinha S, Lindner AB The good, the bad, and the ugly of ROS: New Insights on Aging and Aging-Related Diseases from Eukaryotic and Prokaryotic Model Organisms. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2018; 1941285. doi:10.1155/2018/1941285.
2. Ошуркова Ю.Л., Глаголева Т.И. Биологические аспекты интенсификации животноводства. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017; 5:51–53
3. Соловьева Л.П., Калыш Т.В., Замуравкин В.И. Восстановление функциональной активности гемостаза у телят и поросят молочно-растительного питания, перенесших неблагоприятное средовое воздействие. *Научное обозрение. Биологические науки*. 2019; 1: 56–61.
4. Abuelo A, Hernández J, Benedito JL, Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: Revisiting antioxidant supplementation. *Anim. Physiol. An*. 2015; 99: 1003–1016. doi:10.1111/jpn.12273.
5. Mandelker L. Oxidative stress: the role of mitochondria, free radicals, and antioxidants. In: 1st ed. *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice*; 2008. doi: 10.1016/j.cvs.2007.11.009.
6. Li H, Zhang Y, Li R, Wu Y, Zhang D, Xu H, Zhang Y, Qi Z. Effect of seasonal thermal stress on oxidative status, immune response and stress hormones of lactating dairy cows. *Animal Nutrition*. 2021; 7(1): 216–223. doi:10.1016/j.aninu.2020.07.006.
7. Lin S, Liu J, Wang K, Wang DM. Effects of stocking density on oxidative stress status and mammary gland permeability in early lactating dairy cows. *Animal Science Journal*. 2019; 90(7): 894–902. doi:10.1111/asj.13206.
8. Cadenas E, Davies K. J. A. Mitochondrial free radical generation, oxidative stress, and aging. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000; 29: 222–230. doi: 10.1016/s0891-5849(00)00317-8.
9. Zhao W., Chen X., Xiao J, Chen XH, Zhang XF, Wang T, Zhen YG, Qin GX. Parturition body condition score affects milk yield, lipid metabolism, and oxidation status of Holstein cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019; 12: 1889–1896. doi:10.5713/ajas.18.0817.
10. Alahmar AT. Role of oxidative stress in male infertility: An updated review. *Journal of Human Reproductive Sciences*. 2019; 12: 4–18. doi:10.4103/jhrs.JHRS_150_18.
11. Bhardwaj JK, Panchal H, Saraf P. Ameliorating Effects of Natural Antioxidant Compounds on Female Infertility: a Review. *Reproductive Sciences*. 2020; 28(5):1227–1256. doi:10.1007/s43032-020-00312-5.

REFERENCES

1. Santos AL, Sinha S, Lindner AB The good, the bad, and the ugly of ROS: New Insights on Aging and Aging-Related Diseases from Eukaryotic and Prokaryotic Model Organisms. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2018; 1941285. doi:10.1155/2018/1941285.
2. Oshurkova Yu.L., Glagoleva T.I. Biological aspects of animal husbandry intensification. *Russian agricultural science*. 2017; 5:51–53 (In Russ.).
3. Solovieva L.P., Kolysh T.V., Zamuravkin V.I. Restoration of the functional activity of hemostasis in calves and piglets of dairy and vegetable nutrition that have suffered adverse environmental effects. *Scientific review. Biological sciences*. 2019; 1: 56–61 (In Russ.).
4. Abuelo A, Hernández J, Benedito JL, Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: Revisiting antioxidant supplementation. *Anim. Physiol. An*. 2015; 99: 1003–1016. doi:10.1111/jpn.12273.
5. Mandelker L. Oxidative stress: the role of mitochondria, free radicals, and antioxidants. In: 1st ed. *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice*; 2008. doi: 10.1016/j.cvs.2007.11.009.
6. Li H, Zhang Y, Li R, Wu Y, Zhang D, Xu H, Zhang Y, Qi Z. Effect of seasonal thermal stress on oxidative status, immune response and stress hormones of lactating dairy cows. *Animal Nutrition*. 2021; 7(1): 216–223. doi:10.1016/j.aninu.2020.07.006.
7. Lin S, Liu J, Wang K, Wang DM. Effects of stocking density on oxidative stress status and mammary gland permeability in early lactating dairy cows. *Animal Science Journal*. 2019; 90(7): 894–902. doi:10.1111/asj.13206.
8. Cadenas E, Davies K. J. A. Mitochondrial free radical generation, oxidative stress, and aging. *Free Radical Biology and Medicine*. 2000; 29: 222–230. doi: 10.1016/s0891-

12. Rizzo A, Roscino MT, Binetti F, Sciorsci RL. Roles of reactive oxygen species in female reproduction. *Reprod. Domest. Anim*. 2012; 47: 344–352. doi:10.1111/j.1439-0531.2011.01891.x.
13. Talukder S., Kerrisk K.L., Gabai G., Celi P. Role of oxidant-antioxidant balance in reproduction of domestic animals. *Anim. Prod. Sci*. 2017; 57: 1588–1597. doi:10.1071/AN15619.
14. Turk R, Podpečan O, Mrkun J, Flegar-Meštrić Z, Perković S, Zrimšek P. The effect of seasonal thermal stress on lipid mobilisation, antioxidant status and reproductive performance in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2015; 50(4): 595–603. doi:10.1111/rda.12534.
15. Галочкин В.А., Кузнецова Т.С. Антиоксидантный статус организма свиноматок и их потомства при использовании минеральных и органических форм селена. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2000; 2: 51
16. McCarthy CG, Saha P, Golonka RM, Wenceslau CF, Joe B, Kumar MV Innate Immune Cells and Hypertension: Neutrophils and Neutrophil Extracellular Traps (NETs). *Comprehensive Physiology*. 2021; 11(1): 1575–1589. doi:10.1002/cphy.c200020.
17. Batistel F, Arroyo JM, Garces CIM, Bellingeri A, Trevisi E, Parys C, Saremi B, Looor J. Enhancing methionine supply alleviates inflammation and oxidative stress and improves liver function during the peripartum period in dairy cows. *Special Issue: Experimental Biology 2017 Meeting Abstracts*. 2018; 31(1): 964.13–964.13. doi:10.1096/fasebj.31.1_supplement.964.13
18. Фомичев Ю.П., Ермаков И.Ю. Применение в питании молочных коров энерго-антиоксидантного комплекса и его влияние на продуктивность и качество молока. *Молочное и мясное скотоводство*. 2021; 2: 30–33
19. Киришев М.Г., Кушалиев К.Ж., Радойичич Б. Состояние перекисного окисления липидов у овец, вызванных B. ovis. Молодой ученый. 2015; 8.3 (88.3): 27–30. URL: <https://moluch.ru/archive/88/17977/>
20. Correlation of oxidative stress-related indicators with milk composition and metabolites in early lactating dairy cows / Zheng S., Qin G., Zhen Y., Zhang X, Chen X, Dong J, Li C, Aschalew ND, Wang T, Sun Z. *Veterinary Medicine and Science*. 2021; 7(6): 2250–2259. doi:10.1002/vms3.615.
21. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen TE, Davis MR. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurg*. 2017; 37 (2): 142–147. doi: 10.1002/micr.30053.
22. Герасимов А.М., Деленян Н.В., Шаов М.Т. Формирование системы противокислородной защиты организма. М. -1998. -187 с

5849(00)00317-8.

9. Zhao W., Chen X., Xiao J, Chen XH, Zhang XF, Wang T, Zhen YG, Qin GX. Parturition body condition score affects milk yield, lipid metabolism, and oxidation status of Holstein cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019; 12: 1889–1896. doi:10.5713/ajas.18.0817.

10. Alahmar AT. Role of oxidative stress in male infertility: An updated review. *Journal of Human Reproductive Sciences*. 2019; 12: 4–18. doi:10.4103/jhrs.JHRS_150_18.

11. Bhardwaj JK, Panchal H, Saraf P. Ameliorating Effects of Natural Antioxidant Compounds on Female Infertility: a Review. *Reproductive Sciences*. 2020; 28(5):1227–1256. doi:10.1007/s43032-020-00312-5.

12. Rizzo A, Roscino MT, Binetti F, Sciorsci RL. Roles of reactive oxygen species in female reproduction. *Reprod. Domest. Anim*. 2012; 47: 344–352. doi:10.1111/j.1439-0531.2011.01891.x.

13. Talukder S., Kerrisk K.L., Gabai G., Celi P. Role of oxidant-antioxidant balance in reproduction of domestic animals. *Anim. Prod. Sci*. 2017; 57: 1588–1597. doi:10.1071/AN15619.

14. Turk R, Podpečan O, Mrkun J, Flegar-Meštrić Z, Perković S, Zrimšek P. The effect of seasonal thermal stress on lipid mobilisation, antioxidant status and reproductive performance in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2015; 50(4): 595–603. doi:10.1111/rda.12534.

15. Galochkin V.A., Kuznetsova T.S. Antioxidant status of the body of sows and their offspring when using mineral and organic forms of selenium. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2000; 2:51 (In Russ.).

16. McCarthy CG, Saha P, Golonka RM, Wenceslau CF, Joe B, Kumar MV Innate Immune Cells and Hypertension: Neutrophils and Neutrophil Extracellular Traps (NETs). *Comprehensive Physiology*. 2021; 11(1): 1575–1589. doi:10.1002/cphy.c200020.

17. Batistel F, Arroyo JM, Garces CIM, Bellingeri A, Trevisi E, Parys C, Saremi B, Looor J. Enhancing methionine supply alleviates

inflammation and oxidative stress and improves liver function during the peripartum period in dairy cows. *Special Issue: Experimental Biology 2017 Meeting Abstracts*. 2018; 31(1): 964.13–964.13. doi:10.1096/fasebj.31.1_supplement.964.13

18. Fomichev Yu.P., Ermakov I.Yu. The use of an energy-antioxidant complex in the nutrition of dairy cows and its effect on the productivity and quality of milk. *Dairy and beef cattle breeding*. 2021; 2:30–33 (In Russ.).

19. Kakishev M.G., Kushaliev K.Zh., Radoyichich B. Status of lipid peroxidation in sheep caused by B. ovis. *Young scientist*. 2015; 8.3(88.3): 27–30. URL: <https://moluch.ru/archive/88/17977/> (Accessed 6th February 2021 (In Russ.)).

20. Correlation of oxidative stress related indicators with milk composition and metabolites in early lactating dairy cows / Zheng S., Qin G., Zhen Y., Zhang X., Chen X., Dong J., Li C., Aschalew ND, Wang T., Sun Z. *Veterinary Medicine and Science*. 2021; 7(6): 2250–2259. doi:10.1002/vms3.615.

21. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen TE, Davis MR. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurg*. 2017; 37 (2): 142–147. doi: 10.1002/micr.30053.

22. [Gerasimov A.M., Delenyan N.V., Shaov M.T. Formation of the body's anti-oxygen defense system. M. 1998. 187 p. (In Russ.).

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

ОБ АВТОРАХ:

Боголюбова Н.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных
ORCID 0000000205207022

Рыков Р.А., старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных
ORCID 0000000302288901

ABOUT THE AUTHORS:

Bogolyubova N.V., Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals
ORCID 0000000205207022

Rykov R.A., Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Agricultural Animals
ORCID 0000000205207022

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Животноводческие предприятия Кузбасса получили 112,8 млн рублей субсидий

Племенные животноводческие хозяйства Кузбасса в 2022 году получили 112,8 млн руб. субсидии на развитие, из них 89,1 млн руб. – из федерального бюджета, 23,7 млн руб. – из регионального.

В этом году господдержку получили 7 животноводческих предприятий, из них 6 работают по направлению молочного скотоводства, 1 – птицеводства. Производителям возмещают часть затрат на содержание племенного маточного поголовья и приобретение племенного молодняка.

«Обеспечение региона собственным качественным продовольствием в полном объеме – стратегическая задача, которую сейчас решаем вместе с селянами, – отметил губернатор Сергей Цивилев. – Оказываем животноводцам финансовую поддержку на племенное стадо, чтобы они могли содержать больше животных и благодаря этому наращивать объемы производства молока. Ведется работа и по производству собственного молодняка кур, чтобы не зависеть от поставок поголовья из других стран. Новая экономическая ситуация – шанс укрепить все направления сельского хозяйства, условия для этого в регионе есть».

По данным регионального Минсельхоза, на 1 апреля во всех категориях хозяйств региона насчитывается 58,2 тыс. голов коров, из них 7,8 тыс. – племенных. Доля производства молока в племенных организациях составляет около 25% от общего производства молока в регионе.

(Источник: ketobl.ru)

Производство продукции животноводства в России сохраняет положительную динамику

Объемы производства животноводческой продукции в Российской Федерации позволяют не только обеспечивать внутренние потребности, но и наращивать экспортный потенциал. Об этом заявил замминистра сельского хозяйства Андрей Разин на бизнес-конференции «Индустрия мяса и комбикормов. Перспективы развития в 2022 году», которая прошла в Москве.

По данным замминистра, основные объемы производства мяса в России обеспечиваются птицеводством и свиноводством, доля птицы составляет 43%, а свинины – 35%. При этом драйвером роста на протяжении ряда последних лет является промышленный сектор. В текущем году в отрасли сохраняется положительная динамика. С января по апрель 2022 года, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, производство скота и птицы в сельскохозяйственных организациях увеличилось на 6,7%.

Молочный сектор также демонстрирует устойчивое развитие. Так, производство молока за четыре месяца текущего года увеличилось на 3,2%. Ключевыми факторами роста в этом сегменте остаются повышение продуктивности животных и реализация инвестиционных проектов. В прошлом году в Российской Федерации было построено, реконструировано, модернизировано и введено в эксплуатацию более 170 молочных ферм и комплексов с общей емкостью 97 тыс. скотомест.

(Источник: пресс-служба Минсельхоза России)

УДК 636.22/.28.084.523

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-32-35>

исследования/research

Лемеш Е.А.,
Гамко Л.Н.,
Гулаков А.Н.,
Яковлева С.Е.

Брянский государственный аграрный университет, 243365, Россия, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а
E-mail: e.lemesh@mail.ru

Ключевые слова: лактирующие коровы, кормосмесь, питательность, минеральная добавка, удой, эффективность

Для цитирования: Лемеш Е.А., Гамко Л.Н., Гулаков А.Н., Яковлева С.Е. Использование в составе кормосмеси мергеля дойным коровам. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 32–35.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-32-35>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Lemesh E.A.,
Gamko L.N.,
Gulakov A.N.,
Yakovleva S.E.

Bryansk State Agrarian University, 243365, Russia, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino village, Sovetskaya st., 2a
E-mail: e.lemesh@mail.ru

Key words: lactating cows, feed mixture, nutrition, mineral supplement, milk yield, efficiency

For citation: Lemesh E.A., Gamko L.N., Gulakov A.N., Yakovleva S.E. The use of marl in the composition of the feed mixture for dairy cows. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 32–35. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-32-35>

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

The authors declare no conflict of interest.

Использование в составе кормосмеси мергеля дойным коровам

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Лактирующие коровы, особенно в начале лактации, расходуют более высокий удельный вес поступивших минеральных веществ из рациона и, как правило, наблюдается их недостаток. Поэтому в состав кормосмесей для лактирующих коров включают премиксы, природные минеральные добавки с известным химическим составом, сапропель, мергель и другие, способствующие восполнению минеральной части рационов.

Материалы и методы. Объектами исследований явились лактирующие коровы на третьей лактации и рецепт кормосмеси с мергелем; глинисто-карбонатная порода содержит от 50 до 70% CaCO₃. Учет молочной продуктивности проводили по результатам контрольных доек. Массовую долю жира и белка в молоке определяли на анализаторе качества молока «Клевер-1М», расчет экономической эффективности проводили с учетом стоимости кормов и затрат на производство продукции и ее стоимости.

Результаты. Скармливание дойным коровам кормосмеси с добавкой мергеля в количестве 40 г в сутки на голову способствовало повышению продуктивности на 8,2% и снижению затрат энергетических кормовых единиц на 1 кг молока на 7,7% в сравнении с контрольной группой. Количество молочного жира и белка в молоке в опытной группе было больше соответственно на 14,5 и 11,7%. При оценке эффективности скармливания лактирующим коровам кормосмеси с минеральной добавкой в летний период оказалось, что уровень рентабельности производства молока в опытной группе был больше на 2,77% в сравнении с контрольной группой, которой скармливали кормосмесь без минеральной добавки.

The use of marl in the composition of the feed mixture for dairy cows

ABSTRACT

Relevance. Lactating cows, especially at the beginning of lactation, consume a higher proportion of minerals received from the diet, and as a rule there is a lack of them. Therefore, the composition of feed mixtures for lactating cows includes premixes, natural mineral additives with a known chemical composition, sapropel, marl, and others that contribute to replenishing the mineral part of the rations.

Materials and methods. The objects of research were lactating cows at the third lactation and a recipe for a feed mixture with marl; clay-carbonate rock contains from 50 to 70% CaCO₃. Accounting of milk productivity was carried out according to the results of control milkings. The mass fraction of fat and protein in milk was determined on the Clover-1M milk quality analyzer, the calculation of economic efficiency was carried out taking into account the cost of feed and the cost of production and its value.

Results. Feeding dairy cows a feed mixture with the addition of marl in the amount of 40 g per day per head contributed to an increase in productivity by 8.2% and a reduction in the cost of energy feed units by 1 kg of milk by 7.7% compared to the control group. The amount of milk fat and protein in milk in the experimental group was increased by 14.5 and 11.7%, respectively. When evaluating the effectiveness of feeding lactating cows feed mixtures with mineral additive in the summer, it turned out that the level of profitability of milk production in the experimental group was greater by 2.77% compared with the control group, which was fed feed mixture without a mineral additive.

Поступила: 1 апреля 2022
Принята к публикации: 15 мая 2022

Received: 1 April 2022
Accepted: 15 May 2022

Введение

Развитие агропромышленного комплекса и его молочно-подкомплекса зависит от состояния кормовой базы, породного состава с высоким генетическим потенциалом [1] и внедрения новых технологических приемов в кормоприготовлении [2, 3]. В настоящее время в кормлении коров достаточно широко используют различные природные минеральные добавки для улучшения использования минеральных веществ в их организме.

Для повышения продуктивности дойных коров важно использовать в их кормлении полнораціонные кормосмеси, которые обеспечивают организм энергией, высокой биологической ценностью протеина и минеральными веществами [4, 5]. Показателями правильного нормированного кормления дойных коров могут быть нормальное течение физиологических процессов, обмена веществ, что тесно связано с достаточным минеральным и витаминным питанием [6]. Лактирующие коровы, особенно в начале лактации, расходуют более высокий удельный вес поступивших минеральных веществ из рациона и, как правило, наблюдается их недостаток. Поэтому в состав кормосмесей для лактирующих коров включают премиксы, природные минеральные добавки с известным химическим составом, сапропель, мергель и другие, способствующие восполнению минеральной части рационов [7, 8, 9, 10].

Научная новизна исследований заключается в том, что в летний период на лактирующих коровах изучено действие минеральных веществ, содержащихся в составе мергеля, на продуктивность и качественные показатели молока.

Цель исследований

Целью исследований стало изучение эффективности скормливания лактирующим коровам в составе кормосмеси минеральной добавки — мергеля и ее влияния на некоторые качественные показатели молока в летний период.

Для решения поставленной цели решались следующие задачи:

- разработать состав кормосмеси для дойных коров и определить энергетическую питательность;
- установить количество добавки для включения в состав кормосмеси;
- определить суточный удой коров и качественные показатели молока при скормливании кормосмеси;
- рассчитать экономическую эффективность использования в составе кормосмеси минеральной добавки в рационах коров.

Материалы и методы

В научно-хозяйственном опыте на лактирующих коровах черно-пестрой породы на третьей лактации был апробирован рецепт кормосме-

си, в состав которой по энергетической питательности входили: измельченная зеленая масса (клеверо-тимофеевская смесь) — 56,9%, кукуруза (молочно-восковой спелости) — 7,3%, дерть пшеничная + дерть ячменная — 35,8%, поваренной соли 105 г в сутки на голову. Животным опытной группы добавляли к кормосмеси минеральную добавку — мергель, из расчета 40 г в сутки на голову. В одном кг минеральной добавки содержится: кальция — 258 г, фосфора — 2,3 г, железа — 1260 мг, меди — 2,3 мг, цинка — 7,6 мг, марганца — 76,2 мг, кадмия — 0,3 мг, никеля — 6,4 мг, мышьяка — 0,6 мг, ртути — 0,005 мг. В опыте использовали минеральную добавку влажностью 9,8%. Схема научно-хозяйственного опыта приведена в таблице 1.

Животные для эксперимента были отобраны в соответствии с методическими требованиями подбора животных и формирования групп [11]. Учетный период в опыте длился 60 суток. Показатели молочной продуктивности учитывали по результатам контрольных доек, проводимых еженедельно. Массовую долю жира и белка в молоке определяли по методике [12] и рассчитывали общее количество жира и белка, полученного в молоке за период опыта. Для определения потребности в энер-

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experiment diagram

Группа	Количество животных	Средняя живая масса, кг	Условия проведения опыта
I — контрольная	10	455–500	ОР — основной рацион (кормосмесь)
II — опытная	10	455–500	ОР + 40 г минеральной добавки в сутки на голову

Таблица 2. Состав кормосмеси для лактирующих коров и ее энергетическая питательность в летний период

Table 2. The composition of the feed mixture for lactating cows and its energy nutrition in the summer

Корма, входящие в состав кормосмеси							
зеленая масса (клеверо-тимофееч- ная)		кукуруза (молоч- но-восковой спелости)		зерновая кормосмесь: дерть пшеничная + дерть ячменная			
коли- чество корма, кг	% от ОЭ*	коли- чество корма, кг	% от ОЭ*	коли- чество корма, кг	% от ОЭ*	коли- чество корма, кг	% от ОЭ*
50,0	56,9	5,0	7,3	2,5	17,2	2,5	18,6
В составе кормосмеси содержится							
Обменной энергии, МДЖ				158			
Сухого вещества, кг				16,445			
Сырого протеина, г				2772,5			
Переваримого протеина, г				1857			
Лизина, г				99,5			
Метионина + цистина, г				67,3			
Сырой клетчатки, г				3093			
Кальция, г				98,5			
Фосфора, г				39,2			
Каротина, мг				2122,5			
Витамина Д, МЕ				195			
Витамина Е, мг				2154,7			
Примечание: * — ОЭ — обменная энергия.							

Таблица 3. Продуктивность коров при скормлинии кормосмеси с минеральной добавкой в летний период

Table 3. Productivity of cows when feeding a feed mixture with a mineral additive in the summer

Показатель	Группа	
	I — контрольная	II — опытная
Удой за учетный период от одной головы, кг	1164±29,6	1260±32,2
Среднесуточный удой, кг	19,4	21,0*
% к контролю	100,0	108,2
Массовая доля жира, %	3,5	3,7
Массовая доля белка, %	3,0	3,1
Количество молочного жира в молоке, кг	40,7	46,6
Количество белка в молоке, кг	34,9	39,0
Затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг молока	0,81	0,75
% к контролю	100,0	92,3

Примечание: * — $P \leq 0,05$.

Таблица 4. Экономическая эффективность результатов исследований скормлинии лактирующим коровам кормосмеси с минеральной добавкой

Table 4. Cost effectiveness of the results of studies on feeding lactating cows a feed mixture with a mineral additive

Показатель	Группа	
	I — контрольная	II — опытная
Надоеено молока за период опыта по группе, кг	11640	12000
Стоимость кормов, скормленных по группе, руб.	6337	6337
Скормлено минеральной добавки, кг	—	24,0
Стоимость 1 кг минеральной добавки, руб.	—	4,5
Стоимость скормленной добавки, руб.	—	108,0
Затраты: зарплата оператору машинного доения, электроэнергия, горюче-смазочные материалы, ветеринарное обслуживание и прочие, руб.	232528	233631
Всего затрат, руб.	238865	240076
Реализационная цена 1 кг молока, руб.	22	22
Получено денежной выручки от реализации молока, руб.	256080	264000
Получено прибыли, руб.	17215	23924
Уровень рентабельности, %	7,20	9,97

Примечание: расчет экономической эффективности указан по ценам 2020 года.

гии и питательных веществах исходили из определения живой массы и суточного удоя. Кормосмесь для животных готовили два раза в сутки в кормоцехе на колесах ИКСР-12 согласно рецепту.

Результаты исследований

Состав кормосмеси для лактирующих коров и содержание в ней энергии и основных питательных веществ представлены в таблице 2.

Анализ состава кормосмеси для лактирующих коров в летний период свидетельствуют о том, что это травянисто-концентратный тип кормления, с достаточным

уровнем обменной энергии. Количество переваримого протеина в 1 кг сухого вещества кормосмеси — 113 г. Содержание обменной энергии и переваримого протеина в кормосмеси обеспечивает получение суточного удоя в количестве 19–20 кг молока. Продуктивность коров соответствует потребности в питательных веществах.

Состав кормосмеси для коров был одинаковым, минеральная добавка оказала влияние на содержание количества кальция и фосфора.

Продуктивность коров и некоторые качественные показатели молока при скормлинии кормосмеси с минеральной добавкой приведены в таблице 3.

В результате скормлинии лактирующим коровам кормосмеси 60 кг в сутки на голову, удои в опытной группе, которой скормливали кормосмесь с минеральной добавкой в количестве 40 г в сутки на голову, были больше на 8,2%, количество молочного жира в молоке в опытной группе было больше на 14,5% и белка — на 11,7% в сравнении с животными контрольной группы. Затраты обменной энергии на 1 кг молока в опытной группе были меньше на 7,3%, чем в первой группе.

Сорбирующие добавки имеют единый механизм действия в желудочно-кишечном тракте, где способствуют задержанию продвижения пищевого кома и усилению действия полезной микрофлоры, за счет чего усиливается извлечение питательных веществ, что оказывает влияние на увеличение продуктивности. По завершении эксперимента был проведен расчет экономической эффективности скормлинии лактирующим коровам кормосмеси с минеральной добавкой, данные которого приведены в таблице 4.

Результаты оценки экономической эффективности по скормлинию лактирующим коровам

кормосмеси с минеральной добавкой показывают, что в опытной группе в расчете на одну голову получено прибыли на 2392,4 рубля больше, уровень рентабельности производства молока в летний период был выше на 2,77% в сравнении с контрольной группой.

Выводы

Скормливание лактирующим коровам кормосмеси с природной минеральной добавкой (мергель) в количестве 40 г в сутки на голову в летний период повышают суточный удой на 8,2%; уровень рентабельности производства молока был на 2,77% больше, чем в контроле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mukhtarova O.M., Baka A.V. Variability of signs of milk productivity in cows with different lactation constancy index // Innovation Science. 2020. № 11. P. 73–74.
2. Коршунова О.В. Эффективная минерально-энергетическая добавка в рационах высокопродуктивных коров // Молокохозяйственный Вестник. 2017. № 4. С. 58–66.
3. Коханов М.А., Агапов С.Ю. Повышение полноценности рационов у дойных коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 1. С. 12–18.
4. Глухов Д. Эффективное использование протеина в рационах для коров // Животноводство России. 2020. № 12. С. 49–50.
5. Иванова А.С. Эффективность применения минеральных добавок в кормлении высокопродуктивных животных // Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса: Сб. статей всероссийской научной конференции. Тюмень. 2017. С. 47–51.
6. Калашников А.П., Клейменов Н.И., Щеглов В.В. Нормы кормления и рационы для молочного скота // Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. М.: 2003. С. 30–75.
7. Николаев С.И., Ранделин Д.Н., Костомахин Н.М. Влияние минерального гранулированного комплекса на молочную продуктивность и качественные показатели молока коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 7. С. 33–42.
8. Подольников В.Е., Осипова А.Г. Оздоровительная добавка кормовая (ОДК) «Гумэл Люкс» в составе рационов коров // Зоотехния. 2018. № 10. С. 4–7.
9. Файзуллин Н.М., Исламов Р.Р., Костомахин Н.М. Молочная продуктивность коров и качество молока коров при использовании сенажа заготовленного с консервантами «биосиб» и «силостан» // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. № 6. С. 18–26.
10. Ulitko V.E., Lifanova S.P., Pykhtina L.A., Erisanova O.E. The ecological cleanliness of milk and products of its processing when using the sorption – probiotic supplement in the diet of cows // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». 2020. P. 00006.
11. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 304 с.
12. Фомичев Ю.П., Хрипачева Е.Н., Гуденко Н.Д. Методы анализа молока и молочных продуктов // Методический практикум по контролю качества молока и молочных продуктов. Дубровицы. 2013. С. 53–77.

ОБ АВТОРАХ:

Елена Александровна Лемеш, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства Института ветеринарной медицины и биотехнологии

Леонид Никифорович Гамко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства Института ветеринарной медицины и биотехнологии

Андрей Николаевич Гулаков, кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства Института ветеринарной медицины и биотехнологии

Светлана Евгеньевна Яковлева, доктор биологических наук, профессор кафедры кормления животных, частной зоотехнии и переработки продуктов животноводства Института ветеринарной медицины и биотехнологии

REFERENCES

1. Mukhtarova O.M., Baka A.V. Variability of signs of milk productivity in cows with different lactation constancy index // Innovation Science. 2020. № 11. P. 73–74.
2. Korshunova O.V. Effective mineral-energy additive in the rations of highly productive cows // Dairy Bulletin. 2017. № 4. P. 58–66.
3. Kohanov M.A., Agapov S.Yu. Increasing the usefulness of diets in dairy cows // Feeding of farm animals and feed production. 2011. № 1. P. 12–18.
4. Glukhov D. Effective use of protein in rations for cows // Animal husbandry of Russia. 2020. № 12. S. 49–50.
5. Ivanova A.S. Efficiency of the use of mineral additives in the feeding of highly productive animals // Integration of science and practice for the development of the agro-industrial complex: Sb. articles of the All-Russian Scientific Conference. Tyumen. 2017. S. 47–51.
6. Kalashnikov A.P., Kleymenov N.I., Shcheglov V.V. Norms of feeding and rations for dairy cattle // Norms and rations of feeding farm animals. Reference manual. M.: 2003. S. 30–75.
7. Nikolaev S.I., Randelin D.N., Kostomakhin N.M. Influence of mineral granular complex on milk productivity and qualitative indicators of cows' milk // Feeding of farm animals and feed production. 2021. № 7. S. 33–42.
8. Podolnikov V.E., Osipova A.G. Health-improving feed additive (UEC) "Gumel Lux" as part of cow diets // Zootechnia. 2018. № 10. P. 4–7.
9. Fayzullin N.M., Islamov R.R., Kostomakhin N.M. Dairy productivity of cows and the quality of cow milk when using haylage harvested with preservatives "biosib" and "silestan" // Feeding of farm animals and feed production. 2020. № 6. P. 18–26.
10. Ulitko V.E., Lifanova S.P., Pykhtina L.A., Erisanova O.E. The ecological cleanliness of milk and products of its processing when using the sorption – probiotic supplement in the diet of cows // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources». 2020. P. 00006.
11. Ovsyannikov A.I. Basics of experimental business in animal husbandry. M.: Kolos, 1976. 304 s.
12. Fomichev Yu.P., Khripyakova E.N., Gudenko N.D. Methods of analysis of milk and dairy products // Methodical workshop on quality control of milk and dairy products. Dubrovitsy. 2013. S. 53–77.

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Alexandrovna Lemesh, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Husbandry and Processing of Animal Products of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology

Leonid Nikiforovich Gamko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology

Andrey Nikolaevich Gulakov, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of Animal Products of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology

Svetlana Evgenievna Yakovleva, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding, Private Animal Science and Processing of animal Products. Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology

«ФИТОДОК® КАРНИТИН» – КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СВИНОВОДСТВЕ

«ФИТОДОК® Карнитин» – кормовая добавка для нормализации обмена веществ, повышения продуктивности и сохранности сельскохозяйственных животных и птицы. В состав добавки входят L-карнитин, бетаина гидрохлорид, DL-метионин и инозитол. Добавку назначают при наличии или угрозе возникновения жировой дистрофии печени, для восстановления в период после лечения воспалительных и токсических поражений печени, при повышенных нагрузках и стрессе, при наличии рациона с повышенным содержанием жиров, а также высокопродуктивным животным, подверженным нарушениям обмена веществ.

L-карнитин играет важную роль в энергетическом обмене, транспортируя длинноцепочечные жирные кислоты в митохондриальный матрикс. Карнитин выводит из клеток биогенные шлаки, в т.ч. избыток иммуносупрессивных липидов, в результате чего происходит активация клеток иммунной системы. Способствует повышению секреции и ферментативной активности пищеварительных соков, улучшает усвоение питательных веществ из корма. Обладает антигипоксическим действием. В ряде исследований было показано участие карнитина в поддержании жизнеспособности клеток при апоптозе. В частности, карнитин блокирует синтез церамидов-промоуторов апоптоза и активность каспаз-медиаторов апоптоза.

Метионин – незаменимая аминокислота. Обладает выраженным защитным действием на клеточную стенку, способствует синтезу холина – витаминоподобного вещества, обладающего мембранопротекторным действием, регулирует обмен холестерина, препятствует развитию жировой дистрофии. Участвует в синтезе глутатиона-антиоксиданта, стимулирует рост клеток печени путем синтеза специальных белков. Принимает участие в регуляции образования желчи, нормализует липидный обмен.

Бетаина гидрохлорид активизирует липидный обмен в печени, нормализует уровень триглицеридов в крови.

Инозитол оказывает мощный липотропный эффект, тормозит развитие дистрофии печени у животных.

Хряки-производители и ремонтные хряки являются самыми дорогими технологическими единицами на производственной площадке. Процесс сперматогенеза составляет 35–60 дней, любые манипуляции имеют отсроченное отрицательное влияние на процент пригодного для воспроизводства семени, объем эякулята, концентрацию семени, возникновение агглютинации и т.д. У хряка-производителя отбирают семя на производство сперматозоидов, и следующие 2–4 дня он находится в состоянии покоя. После сдачи эякулята организм хряка-производителя переходит в состояние катаболического обмена веществ. Повышаются энергетические затраты, потребление внутренних запасов витаминов и минералов для быстрого восстановления организма.

Применение кормовой добавки «ФИТОДОК® Карнитин» позволяет ускорить процесс перехода. Рекомендуется выпаивать кормовую добавку группе 1 раз в 2 месяца, 5–7 дней подряд в дозе 0,5–0,7 литров «ФИТОДОК® Карнитин» на 1000 л выпиваемой воды, максимально приближая выпойку к стрессовому периоду содержания. Будет происходить нормализация обмена веществ, улучшаться функциональное состояние печени, органов кроветворения, уменьшаться накопление предельных жиров и т.д. Внешние проявления положительного воз-

действия кормовой добавки будут проявляться в здоровом состоянии слизистых оболочек, копыт, структуре кожи пяточка, тургоре кожи. При регулярном использовании «ФИТОДОК® Карнитин» качество эякулята и сохранность готовых сперматозоидов будут поддерживаться на оптимальном уровне.

Свиноматки – основная коммерческая единица на производственной площадке. В один календарный год свиноматка проходит до 2,5 опоросов, что приводит к повышенной нагрузке на обмен веществ и к быстрому износу организма. Массовые обработки, гипертермия в жаркий период летом, не всегда сбалансированный по витаминам и минералам рацион и ненадлежащее качество корма также способствуют нарушениям обмена. Особенно при этом страдает печень. Воздействие эндо- и экзотоксинов приводит к дегенерации гепатоцитов и запуску процессов перерождения печеночной ткани.

Современная генетика свиноматок требует особого внимания в период последних двух недель до опороса. Изменяется потребность в питательных веществах для завершения стадии супоросности и начала стадии лактации, которая должна сопровождаться высокой молокоотдачей.

Кормовая добавка «ФИТОДОК® Карнитин» применяется супоросным свиноматкам для повышения сохранности и жизнеспособности новорожденных поросят в дозе 0,5 л/т воды в день двумя курсами по 7 дней каждый за 30 и 14 дней до предполагаемой даты опороса. Если предстоит перегонка животных после первого УЗИ в другие корпуса содержания, рекомендует пройти курс в дозе 0,5 л/т в течение 5 дней.

В период лактации, на 15-й день после опороса, применение «ФИТОДОК® Карнитин» в дозе 0,5–0,7 л/т воды в течение 5–7 дней необходимо для сохранения кондиции свиный во время отъема поросят и для повышения показателей воспроизводства.

В основе регуляции жизнедеятельности организма лежит система процессов под названием – основной обмен. В этом случае, поддержание работы печени и других систем организма животных на всех участках производства – это залог здоровья и продуктивности свиноголовья, увеличения качества и количества продуктов переработки туш, что неизменно будет выражаться в получении дополнительной прибыли предприятия.

Попов К.О., ведущий ветеринарный врач по свиноводству ООО «АВЗ С-П»
129329, г. Москва, Игарский проезд, д. 4
8 (916) 630-75-27 popov.k@vetmag.ru



СЕКРЕТЫ ВЫСОКИХ НАДОЕВ



Каждый сельхозпроизводитель хочет получить от своего поголовья максимум продуктивности. Поэтому один из самых волнующих вопросов: «А как увеличить надой?». При этом на них может влиять каждая мелочь, связанная с питанием и содержанием коров. Важно не только организовать жизненное пространство животного на ферме, но и позаботиться о его сбалансированном кормлении на основе кормов с высоким содержанием энергии и питательных веществ. Необходимо вырастить нужные сорта трав, вовремя скосить, правильно упаковать и хранить так, чтобы они не потеряли свою питательную ценность. Как этого добиться, нам рассказала Анна Шумилова, агротехнолог, эксперт Центра содействия развитию молочного и мясного животноводства.

ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ ДЛЯ КОРОВЫ

Корова — очень занятое существо, и каждый час для нее предельно важен. Чем больше отдыхает, тем больше молока производит. Не верите, что корова всегда очень занята? Давайте посчитаем: здоровое животное ест 10–12 раз в сутки в течение 30–45 минут. Получается, что общее время на потребление кормов около 6 часов. 2 часа на доение, 2 — на социальное поведение. На отдых — 14 часов, 10 из которых уходит на руминацию.

При этом каждые 60 минут, проведенные коровой лежа, увеличивают надой на 1 литр. Если корова стоит, то молока нет. Даже если за животным правильно ухаживают и хорошо кормят. Бывает даже, что приходится устанавливать камеры в коровниках на ночь, чтобы проверить, что животные делают в это время. Если корова ночью стоит, значит коровник неправильно организован. Необходимо понять, что заставляет корову стоять, и исправить ситуацию.

ЧЕМ КОРМИТЬ?

Один из важнейших параметров, влияющих на продуктивность животного, — качество корма. При этом особое внимание необходимо уделять двум показателям: обменной энергии и содержанию белка.

Использование высококачественных травянистых кормов при кормлении позволяет существенно снизить себестоимость производства молока за счет снижения доли концентратов в рационе.

Есть даже примеры, когда небольшие фермерские хозяйства совсем отказываются от них. Это возможно при условии соблюдения всей технологической цепочки в кормопроизводстве от выращивания кормовых культур до их заготовки и хранения кормов.

Руководитель хозяйства, зоотехник, механизатор и агроном должны работать для достижения одной цели и понимать важность действий каждого.

Задача агронома — рассчитать и создать правильный сырьевой конвейер в хозяйстве, основываясь на пожеланиях зоотехника к объему и качеству кормовых культур, необходимых для полноценного кормления животных.

Механизатор должен четко выполнять инструкции агронома и зоотехника, а не просто думать, что любую зеленую траву можно косить в любое время.

Именно системность действий в достижении целей кормопроизводства в каждом хозяйстве обеспечит прорывной рост эффективности молочного стада. На наш

взгляд, оптимальные объемы — это 7 тыс. литров молока в год. Это реальные объемы, которых можно добиться.

ОСОБЕННОСТИ СКАШИВАНИЯ ТРАВ

Как бы это ни было психологически сложно, травы нужно скашивать в ранние фазы вегетации. Да, через неделю трава вырастет, поднимется, ее объем увеличится, но это будет низкокачественный травостой, не представляющий кормовой ценности.

Кроме стадии развития растения, важно соблюсти и технологичность процесса скашивания. Например, если мы начнем кошение трав в 5 утра, то получим травы с максимальным содержанием аминокислот и каротина, а также завершим последующие операции по работе с травостоем в течение суток. А если мы выедем в поле после обеда, то уже будем косить бесполезную массу и вряд ли что-то успеем сделать до конца рабочего дня.

Но важно не только правильно скосить травы, но и их сохранить. Бывает, что в хозяйстве настолько небрежно относятся к этому процессу, что на кормовой стол попадает уже бесполезная масса, не представляющая кормовой ценности. В результате корова не получает всего необходимого и не может отдавать максимум молока. Падают надой и эффективность предприятия.

Исправить ситуацию позволяют современные методы и технологии заготовки травянистых кормов. Это, например, «Пермская технология заготовки сенажа в линию», технику для нее производит Краснокамский РМЗ. Под брендом «KRMZ Innovation» предприятие производит пресс-подборщик, скоростной упаковщик и резчик рулонов. А еще завод выпускает навесные фронтальные погрузчики «FRONTLIFT» и оборудование к ним.





Скоростной упаковщик SPEEDWAY

При применении «Пермской технологии заготовки сенажа в линию» травы провяливаются до влажности 45–55% и сохраняются в анаэробных условиях.

При этом получается высококачественный объемистый корм с содержанием обменной энергии на уровне 10,7–11,2 МДж/кг сухого вещества.

Неизбежные при хранении потери количества и качества корма уменьшаются до 2–3% по сравнению с 30–50% при других способах хранения.

«ПЕРМСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ СЕНАЖА В ЛИНИЮ»: ШАГ ЗА ШАГОМ

Травы скашивают в ранние фазы вегетации и провяливают при периодическом вспушивании (ворошении). При достижении влажности 55–60% травяная масса сгребается в валок, прессуется в рулоны и упаковывается в пленку. Это наиболее ответственная операция, так как задача не только упаковать, но и обеспечить условия для запуска ферментации скошенной массы. Через 30–45 дней мы получаем полезный корм, который остается только измельчить на небольшие отрезки (не более 9 см) и подать на кормовой стол.

Важно: при данной технологии не используют консерванты, но при упаковке в рулоны сохраняются белки, сахара, каротин, а обменная энергия корма составляет 10,7–11,2 МДж/кг. Корма в упаковке примерно на 20% более богаты полезными веществами, если технология правильно выдержана.

Что еще важно, технология менее прихотлива по сравнению с более привычным способом заготовки сенажа в яму. Судите сами: во втором случае необходимо 3–4 дня,

чтобы заполнить яму. За это время может испортиться погода и пойдут дожди, тогда надеяться на высокое качество корма не придется. При использовании «Пермской технологии заготовки сенажа в линию» заготовка может вестись даже при неблагоприятных погодных условиях. Ведь необходимо всего от 6 до 10 часов хорошей погоды. Сроки работ сокращаются: менее суток проходит от скашивания до упаковки корма. За смену можно заготовить 800 рулонов, а это 600 тонн сенажа. В случае если у вас много мелких полей с разным сроком созревания трав, то технология заготовки кормов в упаковку становится чуть ли не единственной подходящей для сохранения самой выгодной фазы развития растения.

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОШИБКИ

Некоторые ошибки встречаются не в одном и даже не в десяти хозяйствах, а в 80 из 100. Давайте посмотрим на самые распространенные из них.

По остаточному принципу. Когда в хозяйстве видят, что корова находится на пике лактации, ее стараются кормить как можно больше. При этом корове, которая в данный момент не дает молока и скоро отелится, приходится доедать остатки с кормового стола.

Неправильные пропорции. У механизатора есть технологическая карта, по которой он должен готовить корм. В ней прописаны объем сенажа, силоса и концентратов. Но во многих хозяйствах ее не соблюдают. Все делается на глаз: сколько в ковш входит, никто не знает. И это проблема, которая может приводить к снижению надоев. Хотя уже существуют специальные устройства, позволяющие взвешивать корм прямо в ковше.

Нарушение герметичности. У «Пермской технологии заготовки сенажа в линию» есть свои особенности, которые обязательно нужно учитывать. Упаковка должна быть герметичной, чтобы трава сохраняла максимум полезных веществ. Во время хранения корма в поле необходимо регулярно проверять, не повреждена ли пленка. Если это произошло и образовалась небольшая дырка, необходимо ее заклеить ремонтным скотчем. Особенно за этим нужно следить до наступления холодов. Защитить от повреждений птицами поможет армированная сетка, которая прослужит не один год.

Помните: плохое качество корма не исправить концентратами. Важно внимательно относиться к нему на всех этапах: при заготовке, хранении и кормлении. Тогда повысится эффективность молочного стада и увеличатся надои.

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



УДК 636.2.033

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>

исследования / research

Никонова Е.А.¹,
Юлдашбаев Ю.А.²,
Косилов В.И.¹,
Савчук С.В.²

¹ Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: nikonovaea84@mail.ru

² Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: zoo@timacad.ru

Ключевые слова: мясное скотоводство, казахская белоголовая порода, герефордская порода уральского типа, бычки, потребление и использование питательных веществ, энергия, баланс азота

Для цитирования: Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Савчук С.В. Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 40–44.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Elena A. Nikonova¹,
Yusupzhan A. Yuldashbaev²,
Vladimir I. Kosilov¹,
Svetlana V. Savchuk²

¹ Orenburg State Agrarian University, 460014, Orenburg, st. Chelyuskintsev, 18
E-mail: nikonovaea84@mail.ru

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127550, Moscow, st. Timiryazevskaya, 49
E-mail: zoo@timacad.ru

Key words: beef cattle breeding, Kazakh white-headed breed, Hereford breed of the Ural type, bulls, consumption and use of nutrients, energy, nitrogen balance

For citation: Nikonova E.A., Yuldashbaev Y.A., Kosilov V.I., Savchuk S.V. Peculiarities of nutrient metabolism in the body of a pure-breed and mixed young cattle. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 40–44. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>

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

The authors declare no conflict of interest.

Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. При организации оптимальных условий содержания и полноценного, сбалансированного кормления возможна более полная реализация биоресурсного потенциала мясной продуктивности. Межпородное скрещивание способствует получению помесного молодняка, который вследствие обогащенной наследственности обладает потенциальными возможностями интенсивного роста и достижения высокого уровня мясной продуктивности.

Методы. Для проведения исследования из новорожденного молодняка было сформировано 3 группы бычков следующего генотипа: I — казахская белоголовая, II — 1/2 герефорд x 1/2 казахская белоголовая, III — 3/4 казахская белоголовая x 1/4 герефорд.

Результаты. Установлено, что вследствие более существенного проявления эффекта скрещивания помесные бычки II группы (1/2 герефорд x 1/2 казахская белоголовая) превосходили помесных сверстников III группы (3/4 казахская белоголовая x 1/4 герефорд) по потреблению всех видов питательных веществ. Достаточно отметить, что это преимущество по потреблению сухого вещества составляло 98,9 г (1,1%), органического вещества — 87,9 г (1,1%), сырого протеина — 18,8 г (1,4%), сырого жира — 3,8 г (1,3%), сырой клетчатки — 28,2 г (1,4%), безазотистых экстрактивных веществ — 37,1 г (0,9%). Характерно, что определенное влияние на способность к перевариванию поступивших в организм питательных веществ оказал генотип животных. При этом установлено, что помесные бычки отличались лучшим использованием питательных веществ кормов рациона на синтез мясной продукции. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии генотипа молодняка на величину коэффициента переваримости питательных веществ кормов рациона. При этом помесные бычки II и III групп лучше, чем чистопородные сверстники казахской белоголовой породы, использовали питательные вещества корма рациона, поступившие в организм. Об этом свидетельствует величина коэффициента их переваримости. Установлено, что максимальным потреблением всех видов энергии характеризовались помесные полукровные (1/2 герефорд x 1/2 казахская белоголовая) бычки II группы.

Peculiarities of nutrient metabolism in the body of a pure-breed and mixed young cattle

ABSTRACT

Relevance. With the organization of optimal conditions for keeping and full-fledged, balanced feeding, a more complete realization of the bioresource potential of meat productivity is possible. Interbreeding contributes to the production of crossbred young animals, which, due to enriched heredity, have the potential for intensive growth and achieving a high level of meat productivity.

Methods. For the study, 3 groups of bulls of the following genotype were formed from newborn young animals: I — Kazakh white-headed, II — 1/2 Hereford x 1/2 Kazakh white-headed, III — 3/4 Kazakh white-headed x 1/4 Hereford.

Results. It was established that due to a more significant manifestation of the effect of crossing, the crossbred bulls of the II group (1/2 Hereford x 1/2 Kazakh whitehead) were superior to the crossbred peers of the III group (3/4 Kazakh whitehead x 1/4 Hereford) in the consumption of all types of nutrients. It is suffice to say that this advantage in dry matter intake was 98.9 g (1.1%), organic matter — 87.9 g (1.1%), crude protein — 18.8 g (1.4%), crude fat — 3.8 g (1.3%), crude fiber — 28.2 g (1.4%), nitrogen-free extractives — 37.1 g (0.9%). The obtained experimental data indicate the influence of the genotype of young animals on the value of the coefficient of digestibility of nutrients in the diet. At the same time, crossbred bulls of groups II and III better than purebred peers of the Kazakh white-headed breed used the nutrients of the feed diet that entered the body. This is evidenced by the value of the coefficient of their digestibility. It was found that the maximum consumption of all types of energy was characterized by crossbred half-blooded (1/2 Hereford x 1/2 Kazakh white-headed) bulls of group II.

Поступила: 19 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 19 April 2022
Accepted: 11 May 2022

Введение

Известно, что реализация генетического потенциала мясной продуктивности происходит в результате сложного взаимодействия комплекса генетических и паратипических факторов. При этом следует иметь в виду, что важнейшими паратипическими факторами являются условия кормления и содержания [1–5]. Лишь при организации оптимальных условий содержания и полноценного, сбалансированного кормления возможна более полная реализация биоресурсного потенциала мясной продуктивности.

Межпородное скрещивание способствует получению помесного молодняка, который вследствие обогащенной наследственности обладает потенциальными возможностями интенсивного роста и достижения высокого уровня мясной продуктивности [6–15]. Это обусловлено тем, что помесный молодняк, отличаясь обогащенной наследственностью вследствие комбинации в генотипе положительных качеств исходных пород, обладает потенциальными возможностями потребления и эффективного использования питательных веществ кормов рациона [16–17]. В этой связи при организации интенсивного выращивания молодняка крупного рогатого скота на мясо необходимо знать точное количество питательных веществ, потребляемых животным с кормами, что позволит своевременно корректировать рационы по питательности.

Методика

Для проведения исследования из новорожденного молодняка было сформировано 3 группы бычков следующего генотипа: I — казахская белоголовая, II — 1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая, III — 3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд.

При организации и проведении научно-хозяйственного опыта для бычков всех групп были созданы оптимальные, одинаковые условия содержания и кормления. Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian regulation, 1987 (Order No. 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 приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных.

При этом в подсосный период от рождения до 6 мес. бычки содержались под матерями на полном подсосе по системе «корова — теленок». После отъема и до окончания опыта в 18 мес. молодняк всех групп содержался в одной группе на механизированной откормочной площадке в облегченном помещении с кормлением и водопоем на выгульном дворе. Для изучения потребления и использования питательных веществ и энергии кормов рациона проводили балансовый опыт по методике ВИЖа (А.И. Овсянников, 1976).

Результаты

Полученные нами во время проведения балансного опыта данные свидетельствуют, что вследствие изменения характера потребления кормов рациона при межпородном скрещивании установлены определенные межгрупповые различия по поступлению в организм животного отдельных видов питательных веществ (табл. 1).

При этом чистопородные бычки казахской белоголовой породы уступали помесным сверстникам II и III опытных групп по потреблению сухого вещества соответственно на 171,8 г (2,0%) и 73,3 г (0,9%), органического вещества — на 153,5 г (1,9%, $P < 0,001$) и 65,6 г (0,8%), сырого протеина — на 33,1 г (2,4%) и 14,3 г (1,0%), сырого жира — на 6,5 г (2,2%) и 2,7 г (0,9%), сырой клетчатки — на 49,1 г (2,5%) и 20,9 г (1,1%), безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) — на 64,8 г (1,5%) и 27,7 г (0,6%, $P < 0,001$).

Установлено, что вследствие более существенного проявления эффекта скрещивания помесные бычки II группы (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) превосходили помесных сверстников III группы (3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд) по потреблению всех видов питательных веществ. Достаточно отметить, что это преимущество по потреблению сухого вещества составляло 98,9 г (1,1%), органического вещества — 87,9 г (1,1%, $P < 0,001$), сырого протеина — 18,8 г (1,4%, $P < 0,001$), сырого жира — 3,8 г (1,3%), сырой клетчатки — 28,2 г (1,4%), безазотистых экстрактивных веществ — 37,1 г (0,9%).

Характерно, что определенное влияние на способность к перевариванию поступивших в организм питательных веществ оказал генотип животных. При этом

Таблица 1. Среднесуточное потребление питательных веществ кормов рациона подопытными бычками, г

Table 1. Average daily intake of nutrients in the diet of experimental bulls, g

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	8605,2±21,46	8777,4±23,21	8678,5±22,36
Органическое вещество	7912,5±29,23	8066,0±28,43	7978,1±27,24
Сырой протеин	1364,9±16,22	1398,0±17,10	1379,2±17,33
Сырой жир	295,4±5,81	301,9±6,38	298,1±1,01
Сырая клетчатка	1983,1±23,29	2032,2±26,40	2004,1±7,01
БЭВ	4269,1±38,10	4333,9±37,40	4296,8±38,26

Таблица 2. Переварено питательных веществ подопытными бычками (в среднем на 1 животного в сутки), г

Table 2. Digested nutrients by experimental bulls (on average per 1 animal per day), g

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	5762,9±35,18	5982,7±36,24	5854,5±35,88
Органическое вещество	5412,9±28,92	5684,9±29,43	5529,6±27,56
Сырой протеин	875,2±19,21	906,7±19,97	887,9±28,87
Сырой жир	203,0±5,38	209,3±5,94	205,7±5,44
Сырая клетчатка	1107,6±18,22	1140,7±19,48	1122,0±19,50
БЭВ	3227,1±23,20	3428,2±24,12	3324,0±24,33

установлено, что помесные бычки отличались лучшим использованием питательных веществ кормов рациона на синтез мясной продукции (табл. 2).

Так, чистопородный молодняк уступал помесным животным II и III групп по количеству переваренного сухого вещества соответственно на 219,8 г (3,8%) и 91,6 г (1,6%), органического вещества — на 272,0 г (5,0%) и 116,7 г (2,2%), сырого протеина — на 31,5 г (3,6%, $P < 0,05$) и 12,7 г (1,5%, $P < 0,001$), сырого жира — на 6,3 г (3,1%) и 2,7 г (1,3%), сырой клетчатки — на 33,1 г (3,0%) и 14,9 г (1,3%), безазотистых экстрактивных веществ — на 201,1 г (6,2%, $P < 0,05$) и 96,9 г (3,0%, $P < 0,05$).

Характерно, что вследствие более существенного проявления эффекта скрещивания помесные полукровные (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) бычки II группы превосходили помесных сверстников (3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд) III группы по эффективности использования питательных веществ на синтез мясной продукции. Это преимущество помесного молодняка II группы над аналогами III группы по количеству переваренного сухого вещества составляло 128,2 г (2,2%, $P < 0,05$), органического вещества — 155,3 г (2,8%, $P < 0,05$), сырого протеина — 18,8 г (2,1%, $P < 0,05$), сырого жира — 3,6 г (1,8%), сырой клетчатки — 18,7 г (1,7%), безазотистых экстрактивных веществ — 104,2 г (3,1%, $P < 0,05$).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии генотипа молодняка на величину коэффициента переваримости питательных веществ кормов рациона. При этом помесные бычки II и III групп лучше, чем чистопородные сверстники казахской белоголовой породы, использовали питательные вещества корма рациона, поступившие в организм. Об этом свидетельствует величина коэффициента их переваримости.

Так, чистопородные бычки казахской белоголовой породы уступали помесным сверстникам II и III групп по величине коэффициента переваримости сухого вещества на 1,19% и 0,49%, сырого протеина — на 0,74% и 0,26%, сырого жира — на 0,61% и 0,29%, сырой клетчатки — на 0,27% и 0,11%, безазотистых экстрактивных веществ — на 3,51% и 1,77%.

Характерно, что лидирующее положение по величине коэффициента переваримости всех питательных веществ кормов рациона занимали полукровные помеси

(1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) II группы. Достаточно отметить, что помесные сверстники (3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд) III группы уступали им по уровню коэффициента переваримости сухого вещества на 0,70%, органического вещества — на 1,17%, сырого протеина — на 0,48%, сырого жира — на 0,32%, сырой клетчатки — на 0,14%, безазотистых экстрактивных веществ — на 1,74%.

Известно, что поступающие с кормами питательные вещества в процессе протекания биохимических реакций выделяют энергию, которая превращается в энергию для поддержания жизни, энергию макроэнергетических соединений, служащих резервной ее формой в организме, и у растущего животного откладывается в виде белков мышечной ткани.

Анализ изученных данных свидетельствует, что потребление и характер использования энергии в организме бычков разных генотипов неодинаковы (табл. 3).

При этом помесный молодняк II и III групп отличался большим потреблением и более эффективным использованием всех видов энергии. Достаточно отметить, что его преимущество над чистопородными бычками казахской белоголовой породы по потреблению валовой энергии составляло соответственно 3,16 МДж (2,0%, $P < 0,05$) и 1,35 МДж (0,9%, $P < 0,001$), переваримой — 5,01 МДж (4,8%, $P < 0,05$) и 2,13 МДж (2,1%, $P < 0,001$), обменной — 4,17 МДж (4,9%) и 1,79 МДж (2,1%).

Установлено, что максимальным потреблением всех видов энергии характеризовались помесные полукровные (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) бычки II группы.

Помесные сверстники (3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд) III группы уступали им по потреблению валовой энергии на 1,81 МДж (1,1%), переваримой энергии — на 2,88 МДж (2,7%, $P < 0,05$), обменной энергии — на 2,38 МДж (2,8%, $P < 0,05$).

Аналогичная закономерность отмечалась и по обменности валовой энергии. Так, помесные бычки II и III опытных групп превосходили чистопородных аналогов казахской белоголовой породы по величине анализируемого показателя соответственно на 1,28% и 0,67%. В свою очередь помесный молодняк III группы уступал помесным сверстникам II опытной группы по обменности валовой энергии на 0,61%.

Полученные данные свидетельствуют о влиянии генотипа бычков подопытных групп на эффективность использования обменной энергии на различные цели. При этом преимущество во всех случаях было на стороне помесных сверстников II и III групп. По затратам обменной энергии на поддержание жизни они превосходили чистопородных бычков I группы соответственно на 1,42% и 0,83%. В свою очередь помесные бычки II группы превосходили помесных аналогов III группы по величине анализируемого показателя на 0,59%.

Аналогичные межгрупповые различия отмечались по затратам энергии на сверхподдержание и прирост. При этом помесные бычки II и III опытных групп превосходили чистопородных сверстников казахской белоголовой породы по затратам

Таблица 3. Потребление и использование энергии кормов рациона подопытными бычками, МДж

Table 3. Consumption and use of dietary feed energy by experimental bulls, MJ

Показатели	Группа		
	I	II	III
Энергия: валовая	158,74±2,24	161,90±2,18	160,09±2,14
переваримая	103,50±1,81	108,51±1,76	105,63±1,40
обменная	84,44±1,38	88,51±1,76	86,23±1,36
Обменная энергия (ОЭ):			
на поддержание жизни	36,42±0,44	37,84±0,50	37,25±0,46
сверхподдержание	48,02±0,50	50,77±0,43	48,98±0,48
Энергия прироста	16,77±0,21	17,75±0,19	17,11±0,22
Коэффициент продуктивного использования энергии, %:			
валовой (КПВЭ)	10,56±0,16	10,96±0,18	10,69±0,20
обменной (КПИОЭ)	34,92±0,35	34,96±0,39	34,93±0,37

обменной энергии на сверхподдержание соответственно на 2,75 МДж (5,7%, $P < 0,05$) и 0,96 МДж (2,0%, $P < 0,05$), энергии прироста — на 0,98 МДж (5,8%, $P < 0,05$) и 0,34 МДж (2,0%, $P < 0,05$).

Характерно, что лидирующее положение по величине анализируемых показателей занимали полукровные помесные (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) бычки II группы. Помесные аналоги III опытной группы (3/4 казахская белоголовая х 1/4 герефорд) уступали им по затратам обменной энергии на сверхподдержание на 1,79 МДж (3,6%, $P < 0,05$), энергии прироста — на 0,64 МДж (3,7%, $P < 0,05$).

Полученные данные и их анализ свидетельствует о влиянии генотипа бычков подопытных групп на эффективность продуктивного использования как валовой, так и обменной энергии. При этом помеси отличались большей величиной коэффициента продуктивного использования энергии. По валовой энергии преимущество помесей над чистопородными сверстниками казахской белоголовой составляло 0,40% и 0,13%, по обменной энергии — 0,04% и 0,01%.

Характерно, что лидирующее положение занимали помесные полукровные бычки II группы. Помесные сверстники III группы уступали им по коэффициенту продуктивного использования валовой энергии (КПИВЭ) на 0,27%, коэффициенту продуктивного использования обменной энергии (КПИОЭ) — на 0,06%.

Для изучения обмена белков в организме животного используется метод определения баланса азота, который устанавливается путем определения разности между количеством азота, потребленного животным с белками кормовых средств рациона, и азота, выделенного с калом и мочой. Это характеризует биологическую полноценность скормливаемых животным кормов рациона, а баланс азота является показателем степени использования азотистых веществ корма рациона бычками разных генотипов.

В результате проведения балансового (физиологического) опыта было установлено влияние генотипа бычков на характер протеинового обмена в организме молодняка, о чем свидетельствует баланс азота. При этом преимущество было на стороне помесных животных II и III опытных групп (табл. 4).

При этом чистопородный молодняк казахской белоголовой породы уступал помесным сверстникам II и III опытных групп по поступлению в организм азота на 5,3 г (2,4%) и 2,29 г (1,0%). Аналогичная закономерность отмечалась и по массе переваренного азота. Чистопородные бычки казахской белоголовой породы уступали помесным аналогам II и III опытных групп по величине изучаемого показателя соответственно на 5,04 г (3,6%, $P < 0,05$) и 2,03 г (1,5%, $P < 0,001$).

Масса азота, выделенного с калом, у бычков всех генотипов была практически одинаковой и находилась в пределах 78,35–78,61 г.

Таблица 4. Среднесуточный баланс азота в организме подопытных бычков (в среднем на 1 животное в сутки), г

Table 4. Average daily balance of nitrogen in the body of experimental bulls (on average per 1 animal per day), g

Показатель	Группа		
	I	II	III
Принято с кормом	218,38±2,48	223,68±2,54	220,67±2,60
Выделено с калом	78,35±0,54	78,61±0,48	78,61±0,55
Переварено	34,18±0,58	36,27±0,50	35,32±0,52
Коэффициент использования, %			
от принятого	15,65±0,44	16,21±0,52	16,00±0,36
от переваренного	24,41±0,51	25,00±0,60	24,86±0,58

Межгрупповые различия по переваримости азота обусловили неодинаковый уровень его отложения в теле. При этом минимальное количество азота отложили в теле чистопородные бычки казахской белоголовой породы. Помесные животные II и III групп по величине усвоенного азота превосходили их соответственно на 2,09 г (6,1%, $P < 0,05$) и 1,14 г (3,3%, $P < 0,05$).

Установленные межгрупповые различия оказали влияние на коэффициент использования азота. При этом чистопородные бычки казахской белоголовой породы уступали помесным сверстникам II и III групп по коэффициенту использования азота от принятого соответственно на 0,59% и 0,35%, от переваренного — на 0,59% и 0,45%. Лидирующее положение по величине анализируемых показателей занимали помесные полукровные (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) бычки II группы. Помесный молодняк III опытной группы (3/4 казахская белоголовая х 3/4 герефорд) уступал им по коэффициенту усвоенного азота от принятого на 0,21%, коэффициенту использования азота от переваренного — на 0,14%. Полученные данные свидетельствуют, что баланс азота в организме бычков всех генотипов был положительным. При этом его обмен наиболее интенсивно протекал в организме помесных полукровных (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая) бычков II опытной группы.

Вывод

Установлено, что генотип оказывает влияние на обмен веществ в организме бычков. При этом установлено, что наилучшей усвояемостью питательных веществ характеризовались помесные бычки II группы генотипа (1/2 герефорд х 1/2 казахская белоголовая). Они превосходили чистопородных и помесных сверстников количеству переваренного сухого вещества на 219,8–128,2 г (3,8–2,2%, $P < 0,05$), органического вещества — на 272,0–155,3 г (5,0–2,8%, $P < 0,05$), сырого протеина — на 31,5–18,8 г (3,6–2,1%, $P < 0,05$), сырого жира — на 6,3–3,6 г (3,1–1,8%), сырой клетчатки — на 33,1–18,7 г (3,0–1,7%), безазотистых экстрактивных веществ — на 201,1–104,2 г (6,2–3,1%, $P < 0,05$). Это отразилось в свою очередь на потреблении и использовании энергии животными разного генотипа.

ЛИТЕРАТУРА

- Кулинцев В.В., Шевхужев А.Ф., Смакуев Д.Р., Улибашев М.Б. Откормочные и убойные качества бычков при выращивании по технологии мясного скотоводства. Зоотехния. 2020; № 3: С. 17–21.
- 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.
- Nasambayev E. G., Bozimov K. K., Akhmetalieva A. B., Nugmanova A. E., Duimbayev D. A., Clinical physiological and reproductive characteristics of cattle. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018; V. 9. Issue 11: P. 1992–1996.
- 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.
- Kubatbekov T. S., Kosilov V. I., Kaledin A. P., Salaev B.K., Griksas S.A., Nikonova E.A., Abdulmuslimov A.M., Zhukov D.V. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifer. Journal of Biochemical Technology. 2020; V. 11. № 4: P. 36–41.
- Tagirov Kh.Kh., Gubaidullin N.M., Fakhretdinov I.R., Khaziakhmetov F.S., Avzalov R.Kh., Mironova I.V., Iskhakov R.S., Zubairova L.A., Khabirov A.F., Gizatova N.V. Carcass quality and yield attributes of bull calves fed on fodder concentrate "Zolotoi Felutsen". Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018; V. 13: P. 6597–6603.
- 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.
- Заднепрятский И.П., Татьяначева О.Е., Салихов А.А. Роль голштинской породы при создании высокопродуктивных молочных стад. Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020; № 3 (17): С. 82–88.
- Мамаев И.И., Миронова И.В., Нигматьянов А.А. Пищевая, энергетическая ценность мяса бычков черно-пестрой породы и ее двух-, трехпородных помесей. Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014; № 1 (29): С. 50–53.
- 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.
- 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.
- Fatkulin R.R., Ermolova E.M., Kosilov V.I., Matrosova Yu.V., Chulichkova S.A. Biochemical status of animal organism under conditions of technogenic agroecosystem. Advances in Engineering Research. 2018; P. 182–186.

ОБ АВТОРАХ:

Никонова Елена Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства Оренбургского государственного аграрного университета
orcid.org/0000-0003-0906-8362

Юлдашбаев Юсупжан Артыкович, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева
<https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Косилов Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства Оренбургского государственного аграрного университета
<https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

Савчук Светлана Васильевна, кандидат биологических наук, доцент Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева

REFERENCES

- Kulintsev V.V., Shevkhuzhev A.F., Smakuev D.R., Ulimbashev M.B. Fattening and slaughter qualities of bulls when grown according to the technology of beef cattle breeding. Zootechnics. 2020; No. 3: pp. 17–21. (In Russ)
- 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; No. 3 (31): pp. 151–153. (In Russ).
- Nasambayev E. G., Bozimov K. K., Akhmetalieva A. B., Nugmanova A. E., Duimbayev D. A., Clinical physiological and reproductive characteristics of cattle. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018; V. 9. Issue 11: P. 1992–1996.
- 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.
- Kubatbekov T. S., Kosilov V. I., Kaledin A. P., Salaev B.K., Griksas S.A., Nikonova E.A., Abdulmuslimov A.M., Zhukov D.V. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifer. Journal of Biochemical Technology. 2020; V. 11. № 4: P. 36–41.
- Tagirov Kh.Kh., Gubaidullin N.M., Fakhretdinov I.R., Khaziakhmetov F.S., Avzalov R.Kh., Mironova I.V., Iskhakov R.S., Zubairova L.A., Khabirov A.F., Gizatova N.V. Carcass quality and yield attributes of bull calves fed on fodder concentrate "Zolotoi Felutsen". Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018; V. 13: P. 6597–6603.
- 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 Russ).
- Zadnepriansky I.P., Tatyanchicheva O.E., Salikhov A.A. The role of the Holstein breed in the creation of highly productive dairy herds. Topical issues of agricultural biology. 2020; No. 3 (17): pp. 82–88. (In Russ).
- Mamaev I.I., Mironova I.V., Nigmatyanov A.A. Nutritional, energy value of meat of black-and-white bulls and its two-, three-breed crosses. Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2014; No. 1 (29): pp. 50–53. (In Russ).
- 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 Russ).
- Tolochka V.V., Garmayev 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; No. 3 (15): pp. 25–27. (In Russ).
- Fatkulin R.R., Ermolova E.M., Kosilov V.I., Matrosova Yu.V., Chulichkova S.A. Biochemical status of animal organism under conditions of technogenic agroecosystem. Advances in Engineering Research. 2018; P. 182–186.

ABOUT THE AUTHORS:

Nikonova Elena Anatolyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Production Technology and Processing of Livestock Products of the Orenburg State Agrarian University
orcid.org/0000-0003-0906-8362

Yuldashbaev Yusupzhan Artykovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
<https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

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

Savchuk Svetlana Vasilievna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

УДК 636.038

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-45-48>

исследования/research

Лакота Е.А.,
Воронцова О.А.,
Замыгин С.Н.

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный аграрный
научный центр Юго-Востока», 410010, г. Сара-
тов, ул. Тулайкова, 7
E-mail: lena.lakota@yandex.ru

Ключевые слова: порода, отбор, продуктив-
ность, экстерьер, овца

Для цитирования: Лакота Е.А., Воронцо-
ва О.А., Замыгин С.Н. Влияние целенаправ-
ленного отбора на экстерьерно-продуктив-
ные показатели овец ставропольской породы
в зоне сухой степи Поволжья. Аграрная наука.
2022; 359 (5): 45–48.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-45-48>

**Авторы в равной степени принимали
участие в написании рукописи, несут
равную ответственность за плагиат
и представленные данные.**

**Авторы объявили, что нет никаких
конфликтов интересов.**

Elena A. Lakota,
Olga A. Vorontsova,
Sergey N. Zamygin

Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Agrarian Scientific Center of the South-
East" 410010, City of Saratov, Tulaykova street, 7
E-mail: lena.lakota@yandex.ru

Key words: breed, selection, productivity,
exterior, sheep

For citation: Lakota E.A., Vorontsova O.A.,
Zamygin S.N. The influence of targeted selection
on the exterior and productive indicators of
Stavropol sheep in the dry steppe zone of the
Volga region. Agrarian Science. 2022; 359 (5):
45–48. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-45-48>

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

The authors declare no conflict of interest.

Влияние целенаправленного отбора на экстерьерно-продуктивные показатели овец ставропольской породы в зоне сухой степи Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Целенаправленный отбор способствует получению оптимального типа овец ставропольской породы с улучшенными экстерьерно-продуктивными параметрами в степных условиях Поволжья.

Методы. Эксперимент проходил в ЗАО «Новая жизнь» Новоузенского района Саратовской области. Материал исследований — чистопородные овцы ставропольской породы. Формирование подопытных групп маток (3): при отборе в конституционно-продуктивные типы применялась глазомерная оценка внешних форм, уточнявшаяся по промерам статей тела, живой массе. В первую группу включали овец с уклоном к крепкому типу конституции, во вторую — к нежному, в третью — к рыхлому. Спаривались с баранами крепкого типа.

Результаты. Потомство формировалось: I группа — от маток крепкого, II — нежного, III — рыхлого типов. При рождении ярок III группы имели преимущество над I на 1,70%, над II — на 7,47%. I группа превосходила по живой массе II на 5,67%. В 4,5 месца приплод «рыхлый х крепкий» превосходил «крепкий х крепкий» на 2,43%, «нежный х крепкий» — на 12,27%. «Крепкий х крепкий» имел преимущество над «нежный х крепкий» на 9,61%. По экстерьеру при рождении потомки «рыхлый х крепкий» превосходили «крепкий х крепкий», «нежный х крепкий» по ширине груди на 19,52; 5,78%; обхвату груди — на 6,08; 10,99%, «крепкий х крепкий» преобладал над «нежный х крепкий» по ширине груди на 3,2%; обхвату груди — 4,62%. Тенденция изменения промеров тела наблюдалась у ярок и в 4,5 месца. По индексу сбитости при рождении ярок «нежный х крепкий» превосходили «крепкий х крепкий», «рыхлый х крепкий» на 8,03; 9,12%, в 4,5 месца «крепкий х крепкий» имел превосходство над «нежный х крепкий», «рыхлый х крепкий» на 3,77; 4,77%.

The influence of targeted selection on the exterior and productive indicators of Stavropol sheep in the dry steppe zone of the Volga region

ABSTRACT

Relevance. Purposeful selection contributes to obtaining the optimal type of sheep of the Stavropol breed with improved exterior and productive parameters in the steppe conditions of the Volga region.

Methods. The experiment took place in the CJSC "New Life" of the Novouzensky district of the Saratov region. The research material is purebred sheep of the Stavropol breed. Formation of experimental groups of queens (3): during selection into constitutionally productive types, an eye-dimensional assessment of external forms was used, which was specified by the measurements of body articles, live weight. In the first group were selected queens with a deviation to the strong type of constitution, in the second — to the gentle, in the third — to the loose. They mated with strong-type tups.

Results. The offspring were formed: group I — from strong queens, II — tender, III — loose types. At birth, group III ewes had an advantage over I by 1.70%, over II — by 7.47%. Group I was superior in live weight to group II by 5.67%. In 4.5 months, "loose x strong" offspring exceeded "strong x strong" by 2.43%, "tender x strong" — by 12.27%. "Strong x strong" had an advantage over "gentle x strong" by 9.61%. According to the exterior at birth, the descendants of "loose x strong" surpassed "strong x strong", "tender x strong" in chest width by 19.52; 5.78%; chest circumference — by 6.08; 10.99%, "strong x strong" prevailed over "gentle x strong" in chest width by 32%; chest circumference — by 4.62%. The trend of changing body measurements was observed at 4.5 months as well. According to the downiness index at birth, "tender x strong" exceeded "strong x strong", "loose x strong" by 8.03; 9.12%, at 4.5 months "strong x strong" had superiority over "tender x strong", "loose x strong" by 3.77; 4.77%. All the young animals inherited the constitutional and productive characteristics of their parents, which is important in the inbreeding selection of sheep of the Stavropol breed in the Volga region.

Поступила: 5 апреля 2022
Принята к публикации: 25 мая 2022

Received: 5 April 2022
Accepted: 25 May 2022

Введение

Современным селекционно-экономическим подходом в совершенствовании тонкорунных овец является увеличение живой массы и улучшение мясных качеств при одновременном повышении шерстной продуктивности.

Целенаправленная селекция по отбору и подбору считается основным и важным методом совершенствования продуктивных качеств овец. Используя жесткий отбор, можно выявить желательных животных с нужным генотипом, а затем при осуществлении правильного подбора консолидировать полученные ценные продуктивные качества и создать новые, наиболее перспективные [1, 2, 3].

Эффект отбора основывается на генетическом разнообразии животных в стаде (отаре), источником чего служит изменчивость наследственных качеств, которыми определяются те или иные признаки продуктивности. Поэтому отбор одновременно нужно вести как по генотипу (происхождение и качество потомства), так и фенотипу (конституция и производительность) [4].

На основе оценки овец по экстерьеру и конституции с учетом продуктивности определяют желательный тип животных, который служит «моделью» в племенной работе по совершенствованию продуктивных качеств. Поэтому при отборе и подборе овец для спаривания прежде всего обращают внимание на крепость конституции, особенности экстерьера, которые в значительной мере обуславливают хозяйственно-полезные качества, способность организма животных реагировать на воздействие внешней среды [5].

В сухой степи Поволжья ставропольская тонкорунная порода овец всегда считалась наиболее разводимой и преобладающей в количественном отношении среди овец других тонкорунных пород. Длительное сохранение ценных биологических свойств овец этой породы возможно при наличии нескольких отличных друг от друга конституционно-продуктивных типов, каждый из которых обладает рядом ценных особенностей [6, 7, 8].

Не менее важным подходом в селекционном совершенствовании пород овец выступает выявление взаимосвязи между экстерьерными показателями и признаками продуктивности. Это позволяет эффективно использовать биологические резервы животных для увеличения мясной и шерстной продуктивности, а также дополнить научные сведения по формированию физиолого-биохимического статуса овец желаемого генотипа в онтогенезе и повысить конкурентоспособность овцеводческой отрасли [9].

Целью исследований являлось изучение влияния целенаправленного внутрипородного отбора на экстерьерно-продуктивные особенности овец ставропольской породы при сочетании оптимальных вариантов спаривания местных чистопородных ставропольских баранов и овцематок разных конституционно-продуктивных типов.

В целом задача научной работы была заключена в получении животных с улучшенными продуктивными признаками для дальнейшего их чистопородного разведения в зоне сухой степи Поволжья.

Методика

Научно-исследовательская работа велась в ЗАО «Новая жизнь» Новоузенского района Саратовской области, расположенном в полупустынной зоне, граничащей с северо-западным Казахстаном.

Методика исследований основана на Методических рекомендациях [10, 11]. Материалом исследований служили чистопородные овцы ставропольской породы.

Формирование подопытных групп овцематок проводилось следующим образом: при отборе их по принадлежности к разным конституционно-продуктивным типам применялась глазомерная оценка внешних форм, которая в процессе проведения опыта уточнялась по промерам статей тела (см), живой массе (кг) путем взвешивания животных.

Было сформировано 3 подопытных группы материнских особей.

В первой группе находились матки преимущественно с уклоном к крепкому типу конституции с живой массой 50–55 кг, во второй — к нежному — 45–50 кг, в третьей — к рыхлому — 55–57 кг. Матки содержались в одной отаре (в каждой группе по 50 голов) с одинаковыми условиями кормления. Для спаривания с матками использовались бараны ($n = 3$ головы), обладающие в основном крепким типом конституции, живой массой в среднем 95 кг.

Полученное после спаривания потомство (ярочки), было сформировано в три группы: I группа — потомство от маток крепкого типа, II группа — от маток нежного типа, III группа — от маток рыхлого типа. Молодняк оценивался при рождении, и в 4,5 месяца.

Результаты

При сочетании оптимальных вариантов целенаправленного отбора родительских пар овец ставропольской породы был проведен анализ одного из важных продуктивных показателей — динамики живой массы подопытных ягнят, который показал, что при рождении ярочки III группы (рыхлый х крепкий тип конституции — опыт) имели преимущество над животными I (крепкий х крепкий — контроль) на 1,70%, а над II (нежный х крепкий — опыт) их преобладание составило 7,47%.

В свою очередь, ярочки I группы превосходили по живой массе сверстниц II на 5,67% ($P \geq 0,999$) (таблица 1, фото).

Выявленная закономерность изменения живой массы у потомства разных сочетаний родительских пар сохранялась и при расчете среднесуточных и относительных приростов — наибольшими показателями характеризовались потомки отбора «рыхлый х крепкий тип телосложения».

Можно предположить, что такое преимущество молодняка III группы над двумя другими было обусловлено проявлением эффекта гетерозиса, который вполне может проявляться в определенных ситуациях при ис-

Овцематки ставропольской породы с ягнятами на пастбище до отъема

Sheep of Stavropol breed with lambs on pasture before weaning



Таблица 1. Динамика живой массы ярок в возрасте до года при различных вариантах отбора родительских пар, кг

Table 1. Dynamics of live weight of ewes under the age of one year with different variants of selection of parent pairs, kg

Возраст	Группа		
	I — (контроль) крепкий х крепкий	II — (опыт) нежный х крепкий	III — (опыт) рыхлый х крепкий
При рождении (25 гол.)	4,10±0,05	3,88±0,04*	4,17±0,03
В 4,5 месяца (22 гол.)	24,28±0,24	22,15±0,18*	24,87±0,22

Примечание: * — $P \geq 0,999$.

Таблица 2. Промеры телосложения ярок при различных вариантах отбора родительских пар, см (n = 10 гол.)

Table 2. Measurements of the physique of the ewes with different variants of selection of parental pairs, cm (n = 10 heads)

Показатель	Возраст, мес.	Группа		
		I — (контроль) крепкий х крепкий	II — (опыт) нежный х крепкий	III — (опыт) рыхлый х крепкий
Высота в холке	При рождении	37,83±0,45	32,27±0,42*	39,74±0,50*
	4,5	54,59±0,21	52,84±0,23*	55,25±0,30*
Высота в крестце	При рождении	39,69±0,35	36,85±0,38*	41,06±0,40*
	4,5	56,98±0,40	52,78±0,45*	58,08±0,49*
Ширина груди за лопатками	При рождении	7,58±0,34	5,74±0,30*	9,06±0,31*
	4,5	20,22±0,41	18,11±0,35*	22,25±0,37*
Глубина груди	При рождении	14,33±0,37	13,22±0,36	15,63±0,32
	4,5	34,96±0,60	31,57±0,60	35,63±0,60
Косая длина туловища	При рождении	32,63±0,65	29,25±0,62*	34,93±0,60*
	4,5	53,05±0,54	50,40±0,50*	57,64±0,57*
Обхват груди	При рождении	39,59±0,25	37,84±0,22*	42,00±0,20*
	4,5	69,40±0,32	64,03±0,35*	72,65±0,30*
Обхват пясти	При рождении	8,53±0,13	8,24±0,12	8,74±0,17
	4,5	9,39±0,15	9,82±0,10	9,56±0,16

Примечание: * — $P \geq 0,999$.

Таблица 3. Индексы телосложения ярок при различных вариантах отбора родительских пар, % (n = 10 гол.)

Table 3. Measurements of the physique of the ewes with different variants of selection of parental pairs, cm (n = 10 heads)

Показатель	Возраст, мес.	Группа		
		I — (контроль) крепкий х крепкий	II — (опыт) нежный х крепкий	III — (опыт) рыхлый х крепкий
Длинноногости	При рождении	62,1±0,45	59,0±0,50*	60,6±0,55*
	4,5	35,95±0,24	40,00±0,25*	35,51±0,20*
Растянутости	При рождении	86,25±0,34	90,64±0,40	87,89±0,42
	4,5	91,17±0,60	95,38±0,55	104,32±0,65
Сбитости	При рождении	121,33±0,15	129,36±0,19*	120,24±0,14*
	4,5	130,81±0,11	127,04±0,17*	126,04±0,10*
Костистости	При рождении	22,54±0,24	25,53±0,30	22,00±0,35
	4,5	17,20±0,12	18,58±0,18	17,30±0,13
Грудной	При рождении	52,89±0,34	43,41±0,31*	57,96±0,36*
	4,5	57,83±0,65	57,36±0,64*	62,44±0,60*

Примечание: * — $P > 0,999$.

пользовании чистопородного спаривания.

Безусловно, при применении различных видов скрещивания он бывает более заметен.

После отъема подопытных ягнят от маток в возрасте 4,5 месяцев и перевода их уже самостоятельно на корм растительного происхождения (на пастбище) рост живой массы заметно снижается.

Приплод отбора «рыхлый х крепкий тип» превосходил животных «крепкий х крепкий» на 2,43%, «нежный х крепкий» — на 12,27%. Потомки отбора «крепкий х крепкий» имели преимущество над сверстницами сочетания «нежный х крепкий» на 9,61% ($P \geq 0,999$) (таблица 1).

Следовательно, практически на всех изучаемых этапах развития потомство от сочетания «рыхлый х крепкий» и «крепкий х крепкий тип» конституции было крупнее, чем при подборе «нежный х крепкий» и обладало большей энергией роста.

Для наиболее полной характеристики потомства, полученного при использовании целенаправленного отбора родительских пар, была проведена сравнительная оценка не только живой массы, но также линейных промеров тела (таблица 2).

Исследования показали, что экстерьер ярок отбора родительских пар «рыхлый х крепкий» и «крепкий х крепкий» по сравнению с молодняком «нежный х крепкий» отличался лучшим развитием отдельных частей и пропорций тела. Так, при рождении потомки сочетания «рыхлый х крепкий тип» превосходили сверстниц «крепкий х крепкий», «нежный х крепкий» по ширине груди на 19,52 и 5,78% ($P \geq 0,999$); обхвату груди — на 6,08 и 10,99% ($P \geq 0,999$), а молодняк «крепкий х крепкий» имел преимущество над «нежный х крепкий» по ширине груди на 3,2%; обхвату груди — 4,62% ($P \geq 0,999$). Наибольшей высотой в холке и крестце при рождении отличались ярочки отбора «крепкий х крепкий» и «рыхлый х крепкий» по сравнению с потомками «нежный х крепкий», разница по этим показателям у животных I группы над II составила 17,23 и 7,70%, а аналоги III имели преимущество над II на 11,42 и 23,14% соответственно ($P \geq 0,999$). По косой длине туловища в этом возрасте ярочки сочетаемости «рыхлый х крепкий» также превосходили сверстниц «крепкий х крепкий» и «нежный х крепкий» на 7,05 и 19,42% ($P \geq 0,999$). В то же время молодняк отбора родительских пар «крепкий х крепкий» имел

преимущество по этому показателю над приплодом «нежный х крепкий» на 11,55% ($P \geq 0,999$).

Закономерность изменения линейных промеров статей тела наблюдалась у подопытных ярок и в 4,5 месяца (при отъеме), что доказывает — весь подопытный молодняк различных сочетаний родительских пар развивался достаточно гармонично.

У молодняка подопытных групп с целью объективности анализа экстерьерного развития вычислялись индексы телосложения (таблица 3).

Из данных таблицы 3 видно, что по индексу сбитости при рождении ярочки сочетания «нежный х крепкий» имели некоторое превосходство над сверстницами «крепкий х крепкий» и «рыхлый х крепкий» — на 8,03 и 9,12% ($P \geq 0,999$), а в 4,5 месяца молодняк «крепкий х крепкий» превосходил животных «нежный х крепкий» и «рыхлый х крепкий» на 3,77 и 4,77% соответственно ($P \geq 0,999$). Наибольшим грудным индексом, как при рождении, так и в период отъема, характеризовались ярки сочетания «рыхлый х крепкий» в сравнении с «крепкий х крепкий» и «нежный х крепкий» ($P \geq 0,999$). По индексу длинноности молодняк сочетаемости всех родительских пар имел незначительные отличия друг от друга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерохин А.И. Разведение овец и коз. М. Астрель. 2004. 182 с.
2. Красота В.Ф., Лобанов В.Т. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: «Колос», 1976. С. 178.
3. Смунова В.К. [и др.] Разведение сельскохозяйственных животных: учеб.-метод. Пособие. Витебск : ВГАВМ, 2010. 53 с.
4. Chu M. Polymorphism of coding region of BMPR-IB gene and their relationship with litter size in sheep / M. Chu et. al. // *Mol Biol Rep.* 2011. № 38(6). P. 4071.
5. Ульянов А.Н. Овцеводство: учебник. Барнаул: Тираж, 2008. 460 с.
6. Лакота Е.А. Экстерьерные особенности помесных овец шерстно-мясного типа, разводимых в сухой степи Поволжья. Научное обеспечение агропромышленного комплекса Юга России: региональная науч.-практ. конф., 22 мая. Майкоп, 2013. С. 159-163.
7. Лашкина Т.А., Семенов А.П., Баландюков А.С. Перспективный конституционально-продуктивный тип мериносов для полупустынных условий Поволжья. Овцы, козы, шерстяное дело. 2004. № 2. С. 5-6.
8. Семенов А.П., Шеховцева Е.А., Лакота Е.А., Козлова Н.Н. Методы формирования племенной базы ставропольской породы в Саратовской области. Животноводство – продовольственная безопасность страны: Сб. тезисов междунар. науч.-практ. конф. 29-31 марта. Ставрополь, 2006. С. 116-117.
9. Чижова Л.Н. Лаборатория иммуногенетики и ДНК-технологий: настоящее и будущее. Сб. науч. тр. ВНИИОК. 2015. Т. 2. № 8. С. 144-147.
10. Методические рекомендации по созданию заводских типов, линий и семейств овец тонкорунных и полутонкорунных пород. ВАСХНИЛ. М., 1984. 30 с.
11. Рекомендации по созданию селекционных групп овец в племенных хозяйствах тонкорунных и полутонкорунных мясо-шерстных пород. ВАСХНИЛ, ВНИИОК. Ставрополь, 1991. 20 с.

ОБ АВТОРАХ:

Лакота Елена Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Федерального аграрного научного центра Юго-Востока
Воронцова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Федерального аграрного научного центра Юго-Востока
Замыгин Сергей Николаевич, специалист I категории Федерального аграрного научного центра Юго-Востока

Следовательно, в целом весь подопытный молодняк подбора родительских пар разных конституционально-продуктивных типов унаследовал конституционально-продуктивные особенности отцов и матерей, что очень важно учитывать при целенаправленном внутрипородном отборе овец ставропольской породы, разводимых в зоне сухой степи Поволжья.

Выводы

При разведении овец ставропольской породы в Поволжском регионе целенаправленный отбор родительских пар «крепкий х крепкий» более выгоден по живой массе на 5,67; 9,61%, в сравнении с сочетанием «нежный х крепкий»; однако «рыхлый х крепкий», имея превосходство над «нежный х крепкий» на 7,47; 12,27% и «крепкий х крепкий» на 1,70; 2,43%, тоже может быть использован в селекционно-племенной работе. При этом с учетом применения более сбалансированного кормления в овцеводческих хозяйствах можно рекомендовать и овец сочетаемости «нежный х крепкий». В условиях современной экономической обстановки они могут быть востребованы.

REFERENCES

1. Erokhin A.I. Breeding of sheep and goats. M. Astrel. 2004. 182 p.
2. Krasota V.F., Lobanov V.T. Breeding of farm animals. M. "Ear", 1976. p. 178.
3. Smunova V.K. [et al.] Breeding of farm animals: an educational and methodical manual. Vitebsk : Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine 2010. 53 p
4. Chu M. Polymorphism of coding region of BMPR-IB gene and their relationship with litter size in sheep / M. Chu et. al. // *Mol Biol Rep.* 2011. № 38(6). P. 4071.
5. Ulyanov A.N. Sheep breeding: textbook. Barnaul: Circulation, 2008. 460 p.
6. Lakota E.A. Exterior features of crossbreed sheep of wool-meat type bred in the dry steppe of the Volga region. Scientific support of the agro-industrial complex of the South of Russia: Regional scientific and practical conference, May 22. Maykop, 2013. pp. 159-163.
7. Lashkina T.A., Semenov A.P., Balandyukov A.S. A promising constitutionally productive type of merino for semi-desert conditions of the Volga region. Sheep, goats, wool business. - 2004. No. 2. pp. 5-6.
8. Semenov A.P., Shekhovtseva E.A., Lakota E.A., Kozlova N.N. Methods of forming the breeding base of the Stavropol breed in the Saratov region. Animal husbandry – food security of the country: A collection of abstracts of the international scientific and practical conference on March 29-31. Stavropol, 2006. pp. 116-117.
9. Chizhova L.N. Laboratory of Immunogenetics and DNA technologies: present and future. Collection of scientific papers of the All-Union Scientific Research Institute of Sheep and Goat Breeding. 2015. Vol. 2. No. 8. pp. 144-147.
10. Methodological recommendations for the creation of factory types, lines and families of sheep of fine-wool and semi-fine-wool breeds. All-Russian Academy of Agricultural Scientific Illustration. M. 1984. 30 p.
11. Recommendations for the creation of breeding groups of sheep in breeding farms of fine-fleeced and semi-fine-fleeced meat and wool breeds. All-Russian Academy of Agricultural Scientific Illustration. Institute of Sheep and Goat Breeding. Stavropol, 1991. 20 p.

ABOUT THE AUTHORS:

Lakota Elena Aleksandrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Federal Agrarian Scientific Center of the South-East
Vorontsova Olga Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Federal Agrarian Scientific Center of the South-East
Zamygin Sergej Nikolaevich, Specialist of the I category of the Federal Agrarian Scientific Center of the South-East

УДК 528.854.4; 528.873; 528.8

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

Кабжанова Г.Р.¹,
Курмашева А.Ж.¹,
Алибаева М.Т.¹,
Бисембаев А.Т.²

¹ АО «Национальная компания «Казakhstan
Карыш Сапары», пр. Туран, 89, г. Нур-Султан,
Казakhstan
E-mail: gurashkab@mail.ru

² ТОО «Научно-производственный центр живот-
новодства и ветеринарии», ул. Кенесары, 40,
г. Нур-Султан, Казakhstan
E-mail: npczhiv@mail.ru

Ключевые слова: пастбищные угодья, со-
стояние пастбищ, продуктивность пастбищ,
деградация, космический мониторинг, дис-
танционное зондирование Земли

Для цитирования: Кабжанова Г.Р., Курма-
шева А.Ж., Алибаева М.Т., Бисембаев А.Т.
Космические снимки как один из инструмен-
тов оценки состояния пастбищных угодий
Казakhstan. Аграрная наука. 2022; 359 (5):
49–53.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

**Авторы в равной степени принимали
участие в написании рукописи, несут
равную ответственность за плагиат и
представленные данные.**

**Авторы объявили, что нет никаких
конфликтов интересов.**

Gulnara R. Kabzhanova¹,
Aisulu Zh. Kurmasheva¹,
Meruyert T. Alibayeva¹,
Anuarbek T. Bisembaev²

¹ JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh
Sapary», Turan av., 89, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: gurashkab@mail.ru

² LLP «Research and Production Center of
Livestock and Veterinary Medicine», Kenesary st.,
40, Nur-Sultan, Kazakhstan
E-mail: npczhiv@mail.ru

Key words: rangelands, pasture conditions,
pasture productivity, degradation, space
monitoring, Earth remote sensing

For citation: Kabzhanova G.R.,
Kurmasheva A.Zh., Alibayeva M.T.,
Bisembaev A.T. Space images as one of the
tools for the rangelands condition assessment
in Kazakhstan. Agrarian Science. 2022; 359 (5):
49–53. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

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

The authors declare no conflict of interest.

Космические снимки как один из инструментов оценки состояния пастбищных угодий Казakhstan

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Казakhstan располагает огромными пастбищными ресурсами, что, в свою очередь, требует правильного управления и регулирования. Засуха, климатические изменения, деградация растений и снижение качества пастбищных ресурсов вызвали дефицит корма и привели к массовой гибели скота в 2021 году. Отсутствие актуальной информации о состоянии пастбищных угодий является основной проблемой для Казakhstan. Использование данных дистанционного зондирования Земли дает возможность получения важной информации о динамических и пространственных характеристиках пастбищной растительности. Методическое обоснование данных ДЗЗ для оценки пастбищных угодий легло в основу проведенных исследований. Детальные и регулярно обновляемые результаты оценки состояния пастбищных угодий по данным космического мониторинга повысят эффективность использования пастбищных ресурсов страны.

Материалы и методы. Для дистанционной оценки пастбищных угодий использованы следующие методы: картографический, географический, математический, методы пространственного анализа данных ДЗЗ и геоинформационного проектирования. Для картирования основных показателей пастбищных угодий Павлодарской области РК в качестве данных дистанционного зондирования Земли были применены оптические космические снимки со спутников KazEOSat-2, Sentinel-2 за 2021 год, результаты полевого обследования, онлайн-платформы «Land Viewer» от компании EOS и «Earth Explorer» от USGS.

Результаты. В настоящей статье приведены результаты использования методов космического мониторинга для оценки состояния и продуктивности пастбищных угодий на примере одной области Казakhstan. Обоснованы методы интерпретации данных ДЗЗ с использованием данных полевого дешифрирования и верификации данных, исходных картографических данных и геоботанического анализа эталонных территорий. Приводятся основные этапы обработки данных. По результатам работ разработаны карты-схемы основных показателей пастбищ изучаемой территории по данным ДЗЗ, сформирована информация по параметрам продуктивности пастбищных угодий изучаемой территории.

Space images as one of the tools for the rangelands condition assessment in Kazakhstan

ABSTRACT

Relevance. Kazakhstan possesses enormous pasture resources, which in turn requires proper management and regulation. Drought, climate change, plant degradation and declining grazing resources have led to a shortage of feed, which led to massive livestock deaths in 2021. Lack of up-to-date information on the condition of rangelands is the main problem for Kazakhstan. The use of Earth remote sensing data makes it possible to obtain important information about the dynamic and spatial characteristics of pasture vegetation. Methodological substantiation of remote sensing data for the assessment of pasture lands formed the basis of the conducted research. Detailed and regularly updated results of assessing the rangelands condition based on space monitoring data will increase the efficiency of using the country's pasture resources.

Materials and methods. For remote assessment of pasture lands the following methods were used: cartographic, geographical, mathematical, methods of spatial analysis of remote sensing data and geoinformation design. Optical images from KazEOSat-2 and Sentinel-2 satellites for 2021, the results of a field survey, online platforms Land Viewer from EOS and Earth Explorer from USGS were used to mapping the main indicators of pasture lands of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan as a remote sensing data.

Results. This article presents the results of using space monitoring methods to assess the condition and productivity of rangelands on the example of one region of Kazakhstan. Interpretation methods of remote sensing data using field data decryption and verification of data, initial cartographic data and geobotanical analysis of reference territories have been substantiated. The main stages of data processing are presented. Based on the results of the work, schematic maps of the main indicators of the pastures of the studied territory were developed according to remote sensing data, information was formed on the parameters of the productivity of the pastures of the studied territory.

Поступила: 23 ноября 2021
Принята к публикации: 25 апреля 2022

Received: 23 November 2021
Accepted: 25 April 2022

Введение

Одной из основных категорий земель сельскохозяйственного назначения являются пастбищные угодья. Задача выявления, картографирования, мониторинга пастбищных угодий — одна из наиболее актуальных тем в сфере сельского хозяйства. Казахстан, который занимает пятое место по площади пастбищ в мире, использует только 40% из них [1]. Несмотря на высокую ресурсоемкость пастбищ в стране, на сегодняшний день в Казахстане одной из актуальных проблем сельского хозяйства является дефицит корма и массовая гибель скота [2]. С одной стороны, это связано с низким показателем эффективности управления вопросами кормозаготовки, с другой стороны — с неосвоением пастбищных ресурсов, которое вызвано отсутствием достоверной информации о состоянии пастбищной растительности.

Поскольку нехватка информации о состоянии земель относится ко всей территории Казахстана, трудно оценить сложность проблемы кормопроизводства в целом и разработать, исходя из реальной ситуации, полный комплекс мероприятий по управлению пастбищными ресурсами. Существуют различные методы исследования и управления пастбищами, но цельный охват при мониторинге, а также объективная оценка состояния пастбищных угодий достигается только при применении методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Безусловно, наиболее эффективная методика мониторинга природных ресурсов должна опираться на современные компьютерные технологии, в частности на средства обработки данных ДЗЗ и геоинформационные системы (ГИС). Космические снимки в сочетании с выборочным наземным контролем, а также другими источниками информации — имеющимися электронными картами, цифровыми моделями рельефа — становятся основой для оперативного выявления проблем и для мониторинга.

Актуальность применения метода дистанционного зондирования Земли, который дает возможность постоянно следить за состоянием растительности, повышается масштабною зоной интереса. Развитие собственных космических технологий (космическая система дистанционного зондирования Земли Республики Казахстан (КС ДЗЗ РК), Система высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан (СВЧН РК), космический мониторинг (КМ)) дает Казахстану преимущество в развитии инструментов дистанционного мониторинга 188 млн га пастбищ.

Методика

Эффективная методика картографирования и мониторинга пастбищ-

ных угодий должна включать следующие обязательные шаги: подбор космических снимков с необходимыми временными и техническими характеристиками, выполнение предварительной атмосферной и геометрической коррекции, создание мозаики, расчет индексов (тематическая обработка) и создание базы геоданных. Для картирования основных показателей пастбищных угодий изучаемой территории в качестве данных ДЗЗ были применены оптические космические снимки со спутников Sentinel-2, KazEOSat-2.

Sentinel-2A — спутник Европейского космического агентства (ESA), запущенный 23 июня 2015 г. в рамках программы Copernicus. Космический аппарат Sentinel-2A оснащен оптико-электронным мультиспектральным сенсором (Multi Spectral Instrument — MSI), который выполняет съемку в 13 спектральных каналах от видимого и ближнего инфракрасного до коротковолнового инфракрасного диапазона спектра.

Рис. 1. Процесс скачивания космических снимков с платформы «Land viewer»

Fig. 1. The process of downloading satellite images from the Land viewer platform

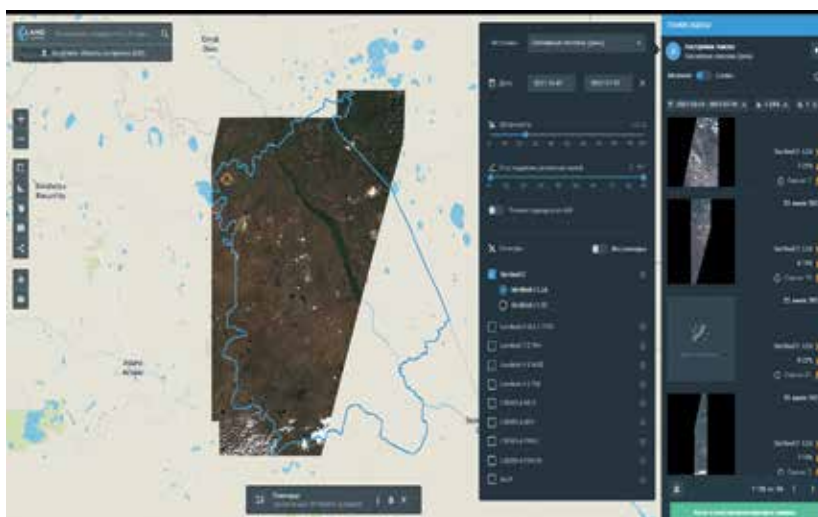


Рис. 2. Процесс создания мозаики космических снимков в «Erdas IMAGINE»

Fig. 2. The process of creating a mosaic of satellite images in Erdas IMAGINE

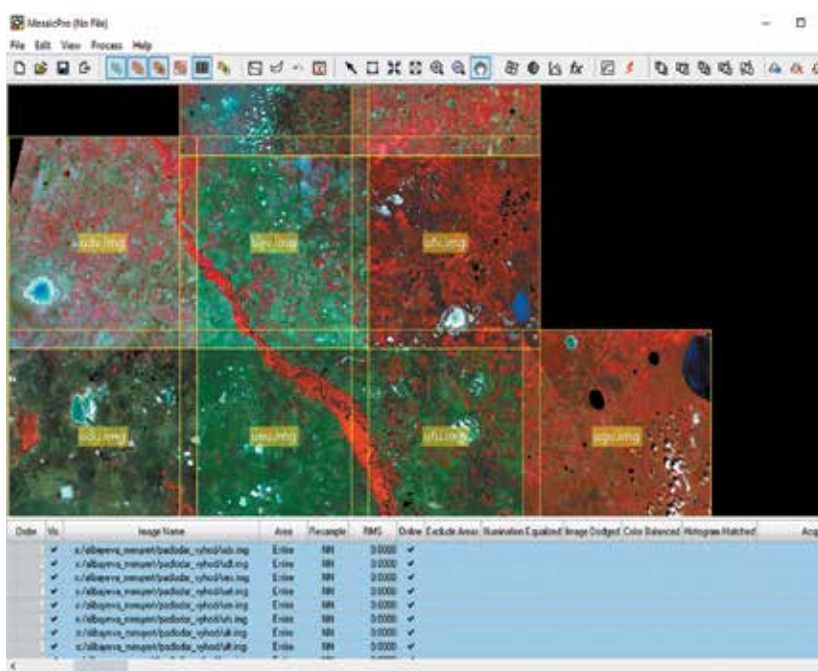


Рис. 3. Процесс расчета NDVI в ПО «Erdas IMAGINE»**Fig. 3.** NDVI calculation process in Erdas IMAGINE software

Пространственное разрешение съемочной системы варьирует от 10 до 60 м в зависимости от спектрального диапазона, ширина полосы захвата — 290 км. Сочетание относительно высокого пространственного и высокого спектрального разрешения, значительной полосы захвата является уникальным преимуществом съемочной системы Sentinel-2.

Для анализа состояния пастбищных угодий использованы данные ДЗЗ с платформ «Land Viewer» от компании EOS (<https://eos.com/landviewer>) и «Earth Explorer» от USGS (Служба геологической съемки США) (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

«Land Viewer» — это современный источник спутниковых данных и аналитики на основе AI (рис. 1). Сервис представлен EOS, одним из ключевых официальных дистрибьюторов спутниковых снимков высокого разрешения. Это снимки со спутников CBERS-4, Sentinel-1, 2, MODIS/NAIP, Landsat-7, 8, а также Landsat-4, 5 для исторических снимков. Среди наборов снимков — SPOT-5–7, Pleiades-1, Kompsat-2, 3, 3A, SuperView-1. Максимальное пространственное разрешение достигает 40 см на пиксель.

KazEOSat-2 (Kazakhstan Earth Observation Satellite — казахстанский спутник наблюдения Земли) — второй казахстанский спутник дистанционного зондирования Земли, создан по заказу Правительства Республики Казахстан на базе спутниковой платформы «SSTL-150+» британской компанией «SSTL». Запуск КА ДЗЗ среднего разрешения KazEOSat-2 состоялся 20 июня 2014 года с российской пусковой базы «Ясный». Его снимки представляют собой мультиспектральные (5 каналов) данные среднего пространственного разрешения (6,5 метров на пиксель) с повторяемостью съемки 1 раз в 3–5 дней и размером сцены 77 × 77 км. Данные KazEOSat-2 имеют уровень обработки Level 1G (L1G), предоставляющий радиометрическую и геометрическую коррекцию.

Результаты

Объектом мониторинга являются пастбищные ресурсы Павлодарской области РК. Для создания базовой карты (подложки) зоны интереса по космическим снимкам с выполнением цветового уравнивания и построением линий сшивок для минимизации различий между отдельными снимками были созданы мозаики в ПО «Erdas IMAGINE» (рис. 2).

Для разового и полного покрытия зоны интереса (Павлодарская область) требуется 22 сцены снимков. Мозаики космических снимков, содержащих мультиспектральные каналы, были созданы для расчета вегетационных индексов. Для достоверной оценки пастбищ в весенний и летний сезоны 2021 года подбирались снимки с минимальной облачностью (не больше 10%).

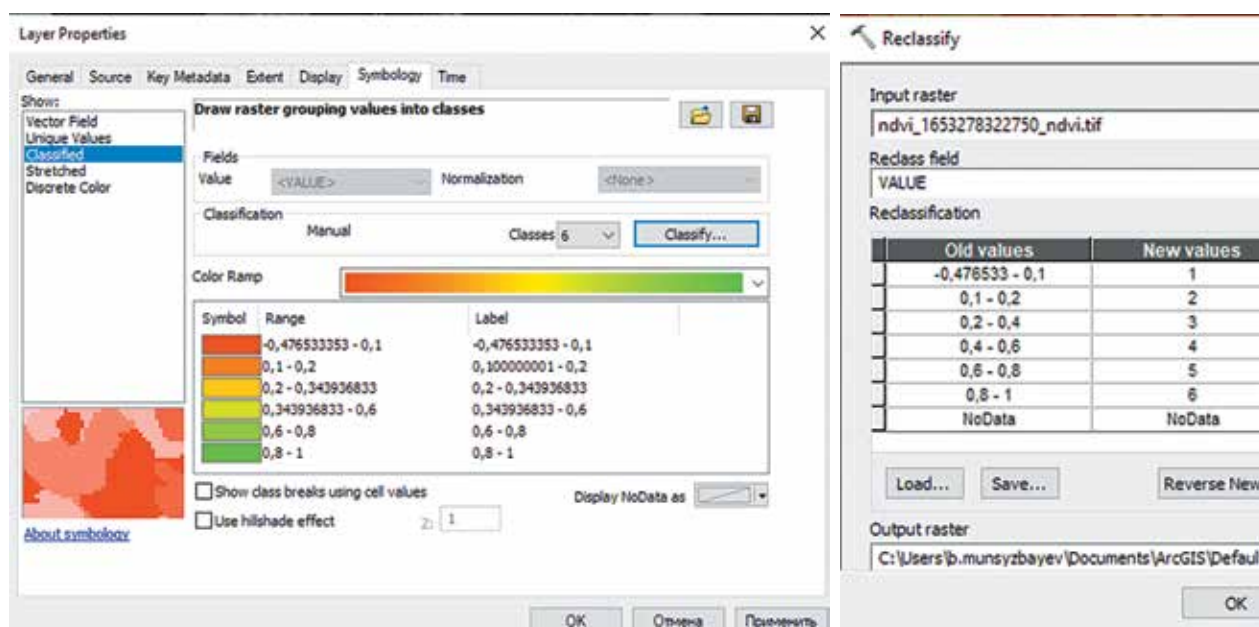
Рис. 4. Процесс реклассификации раstra в ПО «ArcGIS Desktop»**Fig. 4.** Raster reclassification process in ArcGIS Desktop software

Рис. 5. Карты-схемы состояния пастбищных угодий Павлодарской области (весна, лето)
Fig. 5. Schematic maps of the condition of pasture lands in Pavlodar region (spring, summer)

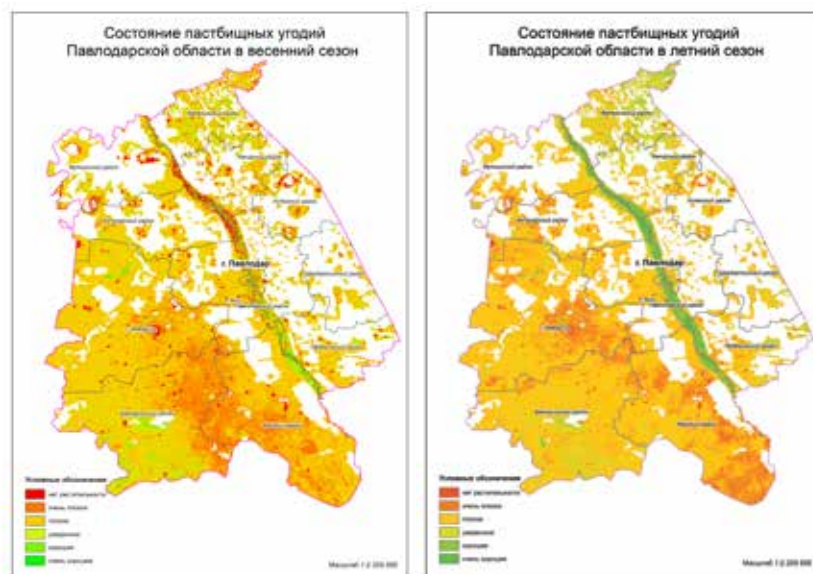
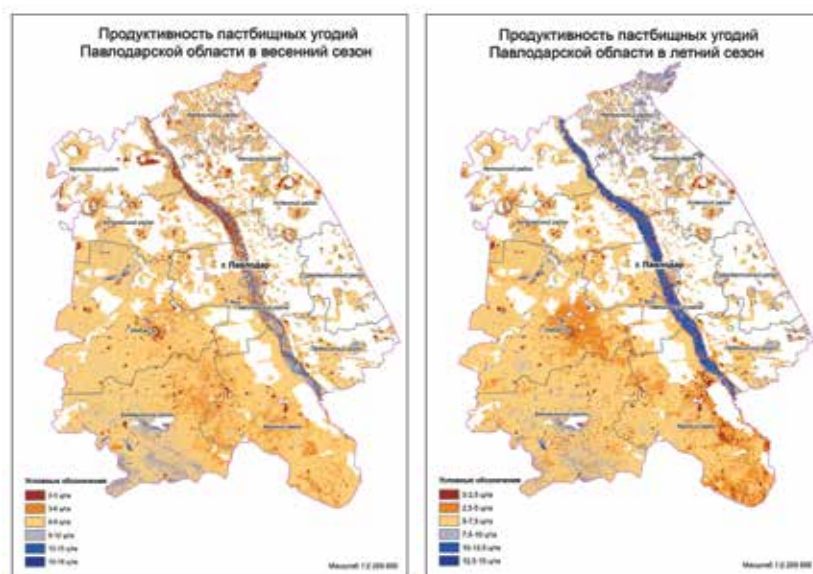


Рис. 6. Карты-схемы продуктивности пастбищных угодий Павлодарской области (весна, лето)
Fig. 6. Schematic maps of the condition of pasture lands in Pavlodar region (spring, summer)



При оценке состояния пастбищных угодий использовался вегетационный индекс NDVI [9, 10], который применяется для оценки степени развития биомассы растений. Расчет индекса NDVI проводился в ПО «Erdas IMAGINE» с помощью инструмента «Indices» (рис. 3).

По значениям индекса NDVI проводилась классификация растрового изображения в ПО «ArcGIS Desktop» с помощью набора инструментов «ArcToolbox» по 6 классам оценки состояния: очень хорошее состояние, хорошее состояние, удовлетворительное состояние, плохое состояние, очень плохое состояние и нет растительности (рис. 4).

Для достоверной интерпретации данных ДЗЗ по оценке основных показателей пастбищных угодий (состояние, продуктивность и степень деградации), для количественной и качественной характеристики значе-

ний вегетационных индексов проведен сбор наземных данных на контрольных полигонах (порядка 120 полигонов) методом маршрутного обследования на территории Павлодарской области. Эталонные полигоны формировались на однородной ландшафтной принадлежности с детализацией описания растительного покрова. В качестве методической основы использовались традиционные методы геоботанических исследований [3]: описания фитоценозов, ландшафтно-экологическое профилирование. На основе полученных данных выявлены определенные зависимости между данными подспутникового обследования и спектральными характеристиками эталонных участков, которые были применены для описания и интерпретации данных ДЗЗ при мониторинге пастбищ области. Таким образом, каждое значение вегетационного индекса было обосновано путем полевой индексации растительных сообществ.

При оценке степени деградации пастбищной растительности использовались выражения, где учтены показатели растительного покрова (NDVI), влажность подстилающей поверхности, производные от них, деградация по NDVI и по влажности, а также красный канал изображения, чувствительный к открытым почвам. При оценке продуктивности пастбищной растительности использовался индекс GNDVI. Далее проводилась обучаемая классификация и дешифрирование снимков с верификацией полевых данных по показателям продуктивности (в ц/га) пастбищной растительности.

Необходимо отметить, что условия раннелетней засухи, высоких температур в 2021 году серьезно отразились на качестве пастбищной растительности.

Таким образом, в Павлодарской области по данным ДЗЗ в весенний сезон 2021 г. 68,2% пастбищных угодий находилось в плохом состоянии, 14,0% угодий — в очень плохом состоянии. В летний сезон показатели изменились в незначительной степени: 66,6% угодий — в плохом состоянии, 12,7% — в очень плохом состоянии. Площадь деградированных пастбищных угодий Павлодарской области по данным ДЗЗ составила весной 931,3 тыс. га, летом — 2023,1 тыс. га. Показатели средней продуктивности пастбищных угодий по данным ДЗЗ оценивались в весенний сезон как 7,4 ц/га, в летний сезон — 6,4 ц/га.

По результатам спутниковой оценки состояния, продуктивности и деградации пастбищных угодий зоны интереса были разработаны карты-схемы основных показателей пастбищ изучаемой территории (рис. 5, 6).

Вывод

Исследования, результаты которых отражены в статье, проводились в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по научно-технической программе BR10764915 «Разработка новых технологий восстановления и рационального использования пастбищ (использование пастбищных ресурсов)».

В рамках исследований разработан научно обоснованный способ оценки основных показателей паст-

бищных угодий зоны сухих степей на основе применения данных дистанционного зондирования из космоса, что позволяет получать детальные и регулярно обновляемые результаты мониторинга для эффективного управления и использования пастбищных ресурсов. Оперативность и одновременный охват большой территории, достоверность и цифровой формат оценки решают ряд проблем в управлении пастбищными ресурсами на различных уровнях: от районного до республиканского.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Режим доступа: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-kazakhstan-zanimaet-pyatoe-mesto-v-mire-po-ploshchadi-pastbishch-no-ispolzuet-tolko-40-iz-nih.html> [Дата обращения 05.11.2021]. [Available from: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-kazakhstan-zanimaet-pyatoe-mesto-v-mire-po-ploshchadi-pastbishch-no-ispolzuet-tolko-40-iz-nih.html> [Accessed 05.11.2021]. (in Russ.)].
2. Чех Е. Устинка LIVE. Режим доступа: <https://ustinka.kz/kazakhstan/society/67881.html>. [Дата обращения 05.11.2021]. [Czech E. Ustinka LIVE. Available from: <https://ustinka.kz/kazakhstan/society/67881.html> [Accessed 05.11.2021]. (in Russ.)].
3. Ali I., Cawkwell F., Dwyer E., Barrett B., Green S. Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management. *Journal of Plant Ecology*. Volume 9, Issue 6, 2016, 649–671.
4. Meng B., Liang T., Ge J., Gao J., Yin J. Evaluation of above ground biomass estimation accuracy for alpine meadow based on MODIS vegetation indices 2 data and methods. *ITM Web of Conferences*, 12. 2017, 0-5.
5. Baktybekov K., Kabzhanova G., Aimbetov A., Kabdulova G., Tanat N. Application of space technologies in monitoring of agricultural resources of the republic of Kazakhstan. *ArcReview*. Электронная версия журнала <https://arcreview.esri-cis.ru/2020/09/29/monitoring-of-agricultural-production-in-kazakhstan-with-dzz/>

6. Kabzhanova G., Baktybekov K., Aimbetov A., Aligazhieva L., Kabdulova G. Use of Earth remote sensing data for the monitoring of the level of soil fertility. 8-ая Международная конференция по вопросам использования методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий в охране окружающей среды, Кипр (RSCy2020). Электронная библиотека: SPIE Use of Earth remote sensing data for the monitoring of the level of soil fertility (spiedigitallibrary.org).
7. Punalekara S.M., Verhoefa A., Quaifeb T.L., Humphriesc D., Berminghamd L., Reynoldsc C.K. Application of Sentinel-2A data for pasture biomass monitoring using a physically based radiative transfer model. *Remote Sensing of Environment*. Volume 218, 2018, 207–220.
8. Wang J., Xiao X., Bajgain R., Starks P., Steiner J., Doughty R.B., Chang Q. Estimating leaf area index and aboveground biomass of grazing pastures using Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat images. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2019, 154, 189–201.
9. Степанов А. С. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере сои). *Вычислительные технологии*. Том 24 № 6, 2019.
10. Муратова Н.Р. Прогноз урожайности яровых зерновых культур на основе спутниковых и наземных данных. 7-я все-российская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г.

ОБ АВТОРАХ:

Кабжанова Гульнара Рашиденовна, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник управления мониторинга сельскохозяйственного производства Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

Курмашева Айсүлу Жумабайқызы, начальник отдела мониторинга пастбищных угодий Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

Алибаева Меруерт Талгатовна, инженер отдела мониторинга пастбищных угодий Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

Бисембаев Ануарбек Темирбекович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ТОО «Национальный центр животноводства и ветеринарии», «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии»

ABOUT THE AUTHORS:

Kabzhanova Gulnara Rashidenovna, Candidate of Agrocultural Sciences, Head of Agricultural Production Monitoring Office of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

Kurmasheva Aisulu Zhumabaykyzy, Head of the Rangeland Monitoring Division of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

Alibayeva Meruyert Talgatovna, Engineer of the Rangeland Monitoring Division of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

Bisembaev Anuarbek Temirbekovich, Candidate of Agrocultural Sciences, Director of LLP “National Center for Livestock and Veterinary Medicine”, “Research and Production Center of Livestock and Veterinary Medicine”

УДК 633.162:631.51

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-54-57>

исследования/research

Рябцева Н.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 346693, Ростовская область, Октябрьский район, п. Персиановский
E-mail: natasha-rjabceva25@rambler.ru

Ключевые слова: ячмень, обработка, почва, урожайность, плотность, влажность, рентабельность

Для цитирования: Рябцева Н.А. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области. Аграрная наука. 2022; 359 (5):54–57.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-54-57>

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

Natalya A. Ryabtseva

Don State Agrarian University, 346693, Rostov region, Oktyabrsky district, v. Persyanovsky
E-mail: natasha-rjabceva25@rambler.ru

Key words: barley, cultivation, soils, yield, density, humidity, profitability

For citation: Ryabtseva N.A. Influence of the methods of the basic soil treatment on the yield of spring barley under the conditions of the Rostov region. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 54–57. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-54-57>

The author bear responsibility for the work and presented data.

Влияние способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. По причине сложных экономических условий, санкций, применяемых против Российской Федерации, все актуальнее становится вопрос ресурсосбережения. Поиск путей снижения затрат в системе обработки почвы является первостепенной задачей, что определяет актуальность наших исследований. Эмпирические исследования направлены на изучение влияния способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя.

Методы. Объект исследований: растения ярового ячменя сорта Прерия. Способы обработки почвы под яровой ячмень: 1. Вспашка (контроль) — 20 см (ПОМ-4/7); 2. Комбинированная — 14 см (АКСО-4); 3. Комбинированная — 8 см (АКМ-4); 4. Без обработки. Общая площадь под опытами — 4 га, площадь каждого варианта — 1 га, по основным наблюдениям повторность 3-кратная. Звено севооборота: подсолнечник — яровой ячмень. Почвы опытного участка — чернозем обыкновенный.

Результаты. Наибольшее уплотнение пахотного слоя в течение вегетации было при отказе от обработки почвы — от 1,26 г/см³ до 1,29 г/см³. В течение вегетации пористость пахотного слоя почвы снижалась по всем вариантам, наибольшая тенденция — на варианте со вспашкой на 15%. Эффективность комбинированных мульчирующих обработок, несомненно, положительна: запасы продуктивной влаги весной в метровом слое были выше, чем после вспашки. На варианте без обработки запасы влаги перед посевом были на 15 мм больше по сравнению с контролем. Способ основной обработки почвы повлиял на обилие сорняков в посевах ячменя. Наименьшее количество сорняков в фазу кущения ярового ячменя было на фоне вспашки — 36 шт./м². К уборке засоренность посевов возросла по всем вариантам, а также и их масса в 3,1–3,5 раза. Достоверная прибавка урожайности была на вариантах с комбинированной обработкой на глубину 8 см и без обработки почвы, как и высокая рентабельность (110–117%).

Influence of the methods of the basic soil treatment on the yield of spring barley under the conditions of the Rostov region

ABSTRACT

Relevance. Because of difficult economic conditions, sanctions applied to Russian Federation, the issue of resource conservation is becoming more and more urgent. Finding ways to reduce costs in the tillage system is a top priority, which determines the relevance of our research. Empirical studies are aimed at studying the influence of methods of basic tillage on the yield of spring barley.

Methods. Object of research: spring barley plants of the Prairie variety. Methods of tillage for spring barley: 1. Plowing (control) — 20 cm (POM-4/7); 2. Combined — 14 cm (AKSO-4); 3. Combined — 8 cm (AKM-4). 4. Without tillage. The total area under the experiments is 4 hectares, the area of each variant is 1 hectare, according to the main observations, the repetition is 3 times. The link of the crop rotation is sunflower — spring barley. The soils of the experimental site are ordinary chernozem.

Results. The greatest compaction of the arable layer during the growing season was with the absence of tillage — from 1,26 g/cm³ to 1,29 g/cm³. During the growing season, the porosity of the arable soil layer decreased in all variants, the greatest trend was in the variant with plowing by 15%. The effectiveness of combined mulching treatments is undoubtedly positive: the reserves of productive moisture in the spring in the meter layer were higher than after plowing. In the variant without tillage, the moisture reserves before sowing were 15 mm higher compared to the control. The method of basic tillage affected the abundance of weeds in barley crops. The smallest number of weeds in the tillering phase of spring barley was against the background of plowing — 36 pcs./m². By harvesting, the contamination of crops increased in all variants, as well as their mass by 3,1–3,5 times. A significant increase in yield was on the variants with combined processing to a depth of 8 cm and without tillage, as well as a high profitability of 110–117%.

Поступила: 21 апреля 2022
Принята к публикации: 20 мая 2022

Received: 21 April 2022
Accepted: 20 May 2022

Введение

Поиск путей снижения затрат и повышения рентабельности в современных условиях очень актуален. Но не всегда есть возможность получить высокие качественные урожаи ячменя без снижения плодородия почв или деградации.

Кривова А.А. (2021) изучала влияние основной обработки на агрофизические свойства почвы, засоренность посевов и урожайность ярового ячменя. Исследования показали, что мелкая обработка и отсутствие ее слабо влияют на плодородие почвы и не приводят к достоверному снижению урожайности культуры [1].

Алеевой И.И. (2021) установлено, что мелкая обработка на 10–12 см без существенного снижения урожайности является наиболее выгодным приемом для применения в качестве основной обработки почвы [2].

В условиях стационарного полевого опыта НОПЦ «Интеграция» ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ» исследовалась реакция ярового ячменя сорта Гонар на способ основной обработки почвы. Наиболее высокая урожайность в Орловской области была получена на фоне обработки почвы плоскорезом за счет высокой семенной продуктивности, озерненности колоса и крупности семян. Растения ячменя, выращенные по нулевой обработке, имели низкую сохранность к уборке, характеризовались наименьшими количеством зерен с растения и массой 1000 зерен, что сказалось в конечном итоге на низкой урожайности [3].

Сорняки — часть агрофитоценозов, и от их количества в посевах зависит урожайность культур. Один из факторов регулирования — это способ основной обработки почвы. В условиях Орловской области установлена корреляция засоренности посевов культур и приема основной обработки почвы. Яровой ячмень показал лучшую урожайность при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки оборотным плугом, однако по нулевой и плоскорезной обработке показатели урожайности культуры также были значительными [4].

Установлено влияние способа основной обработки почвы на агрофизические свойства. Плотность почвы на варианте с ежегодной отвальной вспашкой в слоях почвы 0–10; 10–20; 20–30 см составила соответственно 1,05; 0,87; 1,02 г/см³. По отношению к исходным результатам разуплотнение составило соответственно 0,16; 0,4; 0,19 г/см³. Аналогичное разуплотнение было отмечено и на вариантах с ежегодной безотвальной обработкой — соответственно 0,19; 0,26; 0,19 г/см³, гребнекульной — 0,66; 0,28; 0,14 и мелкой обработкой — 0,70; 0,44; 0,69 г/см³. Наибольшие потери водопрочных агрегатов отмечено на варианте с ежегодной безотвальной обработкой (–7,2%) [5].

Исследованиями Фролова А.В. (2020) установлено, что замена вспашки мелкой обработкой, а также отсутствие осенней обработки почвы не приводят к существенному ухудшению агрофизических свойств почвы, фитосанитарного состояния посевов и не снижают урожайность ярового ячменя [6].

Сорокина И.Ю. (2022) установила зависимость между способом обработки почвы и площадью листьев при

установлении листового индекса, фотосинтетического потенциала и урожайности ячменя [7].

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников [8, 9] показал, что многие исследования проводились с учетом изучения отдельных сортов и условий их выращивания. Своими исследованиями нами сделана попытка впервые в условиях приазовской зоны Ростовской области подойти комплексно к изучению влияния различных способов основной обработки почвы под яровой ячмень.

Методика

Исследования по изучению влияния способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя проводились в КФХ «ИП Рябцев Е.Н.» в 2019–2021 гг. Объект исследований: растения ярового ячменя сорта Прерия [10]. Способы обработки почвы под яровой ячмень: 1. Отвальная (контроль) — 20 см (ПОМ-4/7); 2. Комбинированная — 14 см (АКСО-4); 3. Комбинированная — 8 см (АКМ-4). 4. Без обработки. Общая площадь под опытами — 4 га, площадь каждого варианта — 1 га, по основным наблюдениям повторность 3-кратная. Звено севооборота: подсолнечник — яровой ячмень. Почвы опытного участка — чернозем обыкновенный. Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты проводились в соответствии с методикой Государственного испытания (1983) и методикой полевого опыта [11]. Почвы опыт-

Рис. 1. Общая пористость почвы в зависимости от способов основной обработки почвы (0–40 см), %

Fig. 1. The total porosity of the soil, depending on the methods of the main tillage (0–40 cm), %

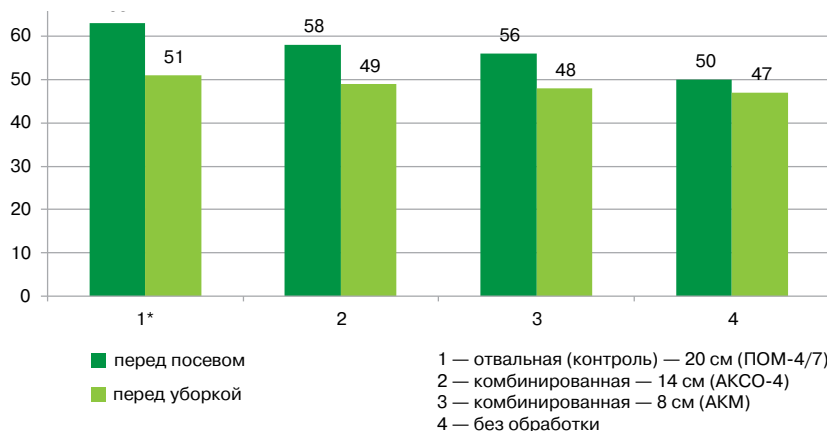


Рис. 2. Запасы продуктивной влаги перед посевом ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы (0–100 см), мм

Fig. 2. Stocks of productive moisture before sowing spring barley, depending on the methods of basic tillage (0–100 cm), mm



ного участка — чернозем обыкновенный [12].

Результаты

Перед посевом ячменя плотность почвы имела оптимальные показатели — 1,11–1,2 г/см³ в слое почвы 0–20 см. К уборке плотность почвы возросла до 1,26–1,31 г/см³. Установлено, что комбинированные обработки почвы способствовали разрыхлению верхнего слоя, но уплотняли слой 20–40 см. Перед посевом плотность почвы здесь была 1,22 и 1,25 г/см³ соответственно, а к концу вегетации — 1,3 г/см³. Наибольшее уплотнение пахотного слоя в течение вегетации было при отказе от обработки почвы — от 1,26 г/см³ до 1,29 г/см³ (рисунок 1).

Анализ рисунка 1 показал, что в течение вегетации пористость пахотного слоя почвы снижалась по всем вариантам. Наибольшая тенденция — на варианте со вспашкой на 15%.

В условиях Ростовской области лимитирующий фактор для формирования урожая — это почвенная влага. Эффективность комбинированных мульчирующих обработок, несомненно, положительна (рисунок 2). В этих вариантах запасы продуктивной влаги весной в метровом слое были выше, чем после вспашки. На варианте без обработки запасы влаги перед посевом были на 15 мм больше по сравнению с контролем.

Способ основной обработки почвы повлиял на обилие сорняков в посевах ячменя. Наименьшее количество сорняков в фазу кущения ярового ячменя было на фоне вспашки — 36 шт./м² (рисунок 3). К уборке засоренность посевов возросла по всем вариантам, а также и их масса в 3,1–3,5 раза.

Результаты урожайности и рентабельности производства ярового ячменя представлены в таблице 1.

На всех вариантах установлено превышение уровня урожайности над контролем от 0,15 до 0,65 т/га. Достоверная прибавка урожайности была на вариантах с комбинированной обработкой на 8 см и без обработки почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Кривова, А. А. Агроэкологическая оценка приемов основной обработки почвы под яровой ячмень / А. А. Кривова // *Инновационное развитие землеустройства: Сборник научных трудов Межвузовской студенческой научно-практической конференции*, Кинель, 24 марта 2021 года. — Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. — С. 88–91.
- Алеева, И. И. Агроэкологическая оценка систем основной обработки почвы под яровой ячмень / И. И. Алеева // *Современные проблемы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов 74-й Международной научно-практической конференции*, Самара, 16 июня 2021 года / Самарский государственный аграрный университет. — Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. — С. 3–5.
- Обоснование выбора способа обработки почвы под яровой ячмень в условиях Орловской области / А. С. Савкин,

Рис. 3. Засоренность посевов ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, шт./м²

Fig. 3. Infestation of crops of spring barley, depending on the methods of basic tillage, pcs./m²

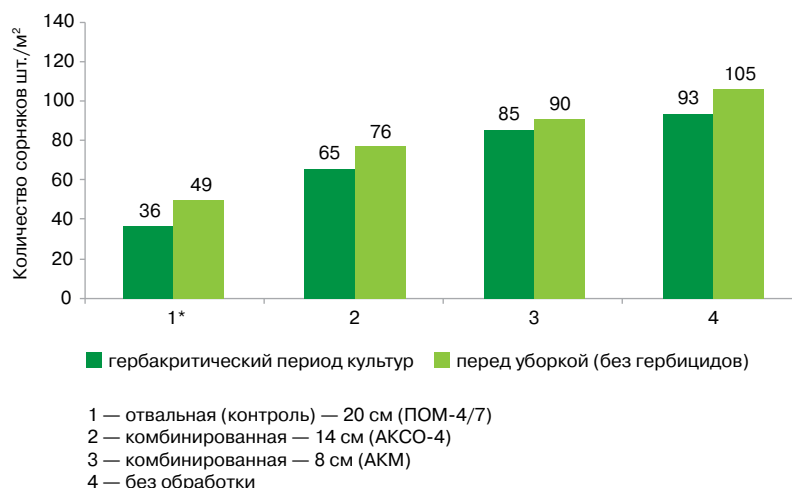


Таблица 1. Урожайность и рентабельность ярового ячменя (2019–2021)

Table 1. Yield and profitability of spring barley (2019–2021)

Система обработки почвы	Урожайность, т/га	Прибавка		Рентабельность, %
		+/-	%	
Отвальная (контроль) — 20 см (ПОМ-4/7)	3,1		100	63
Комбинированная — 14 см (АКСО-4)	3,25	0,15	105	83
Комбинированная — 8 см (АКМ-4)	3,50	0,40	113	107
Без обработки	3,75	0,65	121	117
НСР ₀₅	0,33			

Наибольшая рентабельность выявлена при отказе от основной обработки почвы. На 10% меньше — при комбинированной обработке на 8 см, 107%.

Вывод

Способ основной обработки почвы оказывает влияние на урожайность ярового ячменя. Для хозяйств зернового направления в приазовской зоне Ростовской области рекомендуем возделывать яровой ячмень без использования основной обработки почвы (прямой посев), что способствует благоприятным агрофизическим, водным и почвозащитным свойствам, высокой рентабельности (117%).

К. Н. Тупицын, С. С. Шукалин, П. А. Безбородых // *Экологизация сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов*, Орел, 18 ноября 2021 года. — Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, 2021. — С. 183–188.

4. Бобкова, Ю. А. Мониторинг засоренности посевов в звене севооборота на фоне различных способов основной обработки почвы / Ю. А. Бобкова, М. В. Сорокина // *Вестник аграрной науки*. — 2021. — № 4(91). — С. 3–10. — DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.4.3.

5. Наумов, Р. В. Влияние различных способов обработки залежных земель на агрофизические свойства почвы под посевами ячменя / Р. В. Наумов // *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса юга России: Сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практи-*

ческой конференции (с международным участием), Майкоп, 11–13 ноября 2020 года. – Майкоп: Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2020. – С. 273–277.

6. Фролов, А. В. Агроэкологическая оценка способов основной обработки почвы под яровой ячмень / А. В. Фролов // *Инновационное развитие землеустройства*: Сборник научных трудов Межвузовской студенческой научно-практической конференции, Кинель, 20 марта 2020 года. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020. – С. 39–42.

7. Сорокина, И. Ю. Рост и развитие растений ярового ячменя в условиях Северо-Восточной зоны Ростовской области / И. Ю. Сорокина // *Стратегические направления развития мировой науки*: сборник материалов Международной научно-практической конференции, Кемерово, 31 мая 2020 года. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью «Западно-Сибирский научный центр», 2020. – С. 56–58.

8. Walls, J., Rosa, C. The past, present, and future of barley

yellow dwarf management. *Agriculture*. 2019; 9: 23.

9. Maximova, N., Kantamaneni, K., Morkovkin, G. et al.. The transformation of agro-climatic resources of the altai region under changing climate conditions. *Agriculture*. 2019; 9: 77.

10. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9052841/> [Дата обращения 27.03.2022].

11. Федин М.А. (ред). *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур*. 1983; 3. Москва. Режим доступа: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_3.pdf [Дата обращения 27.03.2022].

12. Безуглова О.С., Хырхырова М.М. *Почвы Ростовской области*. Ростов – на – Дону: Издательство ЮФУ. 2008. 352 с. ISBN 978-5-9275-0397-1.

REFERENCES

1. Krivova, A. A. Agroecological assessment of methods of basic tillage under spring barley / A. A. Krivova // *Innovative development of land management*: Collection of scientific papers of the Interuniversity Student Scientific and Practical Conference, Kinel, March 24, 2021. – Kinel: Samara State Agrarian University, 2021. – P. 88–91. (in Russ.)

2. Aleeva, I. I. Agro-ecological assessment of the systems of basic soil cultivation under spring barley / I. I. Aleeva // *Modern problems of the agro-industrial complex*: a collection of scientific papers of the 74th International Scientific and Practical Conference, Samara, June 16, 2021 / Samara State Agrarian University. – Kinel: Samara State Agrarian University, 2021. – P. 3–5. (in Russ.)

3. Justification of the choice of tillage method for spring barley in the conditions of the Oryol region / A. S. Savkin, K. N. Tupitsyn, S. S. Shukalin, P. A. Bezborodykh // *Ecologization of agricultural production*: Materials of the All-Russian (National) Scientific and Practical conference of students, graduate students, young scientists and specialists, Orel, November 18, 2021. – Orel: Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina, 2021. – S. 183–188. (in Russ.)

4. Bobkova, Yu. A. Monitoring of weed infestation of crops in the link of crop rotation against the background of various methods of basic tillage / Yu. A. Bobkova, M. V. Sorokin // *Bulletin of agrarian science*. – 2021. – No. 4 (91). – P. 3–10. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.4.3. (in Russ.)

5. Naumetov, R. V. Influence of various methods of processing fallow lands on the agrophysical properties of soil under barley crops / R. V. Naumetov // *State and prospects for the development of the agro-industrial complex of southern Russia*: Collection of reports based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation), Maykop,

November 11–13, 2020. – Maikop: Publishing house “Magarin Oleg Grigorievich”, 2020. – P. 273–277. (in Russ.)

6. Frolov, A. V. Agroecological assessment of methods of basic tillage for spring barley / A. V. Frolov // *Innovative development of land management*: Collection of scientific papers of the Interuniversity student scientific and practical conference, Kinel, March 20, 2020. – Kinel: RIO Samara GAU, 2020. – pp. 39–42. (in Russ.)

7. Sorokina, I. Y. Growth and development of spring barley plants in the conditions of the North-Eastern zone of the Rostov region / I. Y. Sorokina // *Strategic directions of the development of world science*: a collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, May 31, 2020. – Kemerovo: Limited Liability Company “West Siberian Scientific Center”, 2020. – pp. 56–58. (in Russ.)

8. Walls, J., Rosa, C. The past, present, and future of barley yellow dwarf management. *Agriculture*. 2019; 9: 23.

9. Maximova, N., Kantamaneni, K., Morkovkin, G. et al.. The transformation of agro-climatic resources of the altai region under changing climate conditions. *Agriculture*. 2019; 9: 77.

10. Federal State Budgetary Institution “State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements”. Available from: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9052841/> [Accessed March 27, 2022] (in Russ.)

11. Fedin M. A. (ed.). *Methodology for state variety testing of agricultural crops*. 1983; 3. Moscow Available from: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_3.pdf [Accessed March 27, 2022] (in Russ.)

12. Bezuglova O. S., Khirkhirova M. M. *Soils of the Rostov region*. Rostov-on-Don: South Federal University Publishing House. 2008. 352 p. ISBN 978-5-9275-0397-1. (in Russ.)

ОБ АВТОРЕ:

Рябцева Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции Донского государственного аграрного университета
ORCID: 000-0003-4121-5940

ABOUT THE AUTHOR:

Ryabtseva Natalya Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Storage Technologies for Plant Products of the Don State Agrarian University
ORCID: 000-0003-4121-5940

УДК 58.006:581.543:582.675.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-58-62>

исследования / research

Чебанная Л.П.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 355029, г. Ставрополь, ул. Ленина, 478

E-mail: bot.sad@bk.ru

Ключевые слова: клематис, мелкоцветковые виды, продолжительность цветения, рост побегов, фенология, оценка декоративности**Для цитирования:** Чебанная Л.П. Мелкоцветковые клематисы коллекции Ставропольского ботанического сада. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 58–62.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-58-62>**Автор несет ответственность за работу и представленные данные.**

Lubov P. Chebannaya

FSBSI "North-Caucasus Federal Agrarian Research Center", 355029, Stavropol, Lenin st., 478

E-mail: bot.sad@bk.ru

Key words: clematis, small-flowered species, duration of flowering, growth of shoots, phenology, decorative evaluation**For citation:** Chebannaya L.P. Small-flowered clematis collections of the Stavropol Botanical Garden. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 58–62. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-58-62>**The author bear responsibility for the work and presented data.**

Мелкоцветковые клематисы коллекции Ставропольского ботанического сада

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучены биологические особенности, установлены средние даты начала, окончания и продолжительности фенологических фаз роста и развития видов, форм и сортов рода Клематис (*Clematis* L.). Выделен ассортимент мелкоцветковых клематисов для выращивания в почвенно-климатических условиях Ставропольской возвышенности, отличающихся высокой декоративностью, устойчивостью к засухе, вредителям и болезням.**Методы.** Объект исследований — мелкоцветковые виды, формы и сорта рода *Clematis* L., культивируемые в коллекции Ставропольского ботанического сада. Исследования проводились в 2012–2021 гг. согласно методикам сортоизучения и оценки декоративных качеств видов и сортов клематиса.**Результаты.** Проведен анализ многолетних наблюдений наступления основных фенологических фаз роста и развития. Определены даты начала и окончания роста побегов. По продолжительности роста побегов все таксоны разделены на группы: с коротким периодом роста (38–51 день), средним (60–79 дней), продолжительным (90–126 дней). По срокам начала цветения изученные таксоны отнесены к пяти группам, большая часть из них входит в группы раннелетнего и летнего срока цветения. По продолжительности цветения выделены три группы — с коротким цветением, до 30 дней (*C. jubata* Bsch., *C. recta* L., *C. recta* f. *atropurpurea*, *C. terniflora* DC.); средним, от 41 до 60 дней (*C. fusca* Turcz., *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. integrifolia* L., *C. orientalis* L., *C. serratifolia* Rehder, *C. tangutica* (Maxim.) Korsh., *C. virginiana* L., *C. viticella* L., *C. viticella* f. *rosea*); длительным, более 60 дней (*C. 'Fargesioides'*, *C. heracleifolia* DC., *C. hexapetala* DC.). Проведена комплексная оценка 16 видов, форм и сортов: восемь из них получили оценку «высокоперспективные»; семь — «перспективные»; один — «малоперспективный». Рассмотрены возможности использования мелкоцветковых клематисов в вертикальном озеленении, для создания каменистых горок и бордюров, в качестве почвопокровных.

Small-flowered clematis collections of the Stavropol Botanical Garden

ABSTRACT

Relevance. The biological features were studied, the average dates of the beginning, end and duration of the phenological phases of growth and development of species, forms and varieties of the genus *Clematis* (L.) were established. The assortment of small-flowered clematis for cultivation in the soil and climatic conditions of the Stavropol upland, characterized by high decorative properties, resistance to drought, pests and diseases, is highlighted.**Methods.** The object of research is small-flowered species, forms and varieties of the genus *Clematis* L., cultivated in the collection of the Stavropol Botanical Garden. The studies were conducted in 2012–2021 according to the methods of variety study and evaluation of the decorative qualities of clematis species and varieties.**Results.** The dates of the beginning and end of the growth of shoots are determined. According to the duration of shoot growth, all taxa are divided into groups: with a short growth period (38–51 days), medium (60–79 days); long (90–126 days). According to the timing of the beginning of flowering, the studied taxa are classified into five groups, most of them are included in the groups of early summer and summer flowering. According to the duration of flowering, three groups are distinguished — with short flowering, up to 30 days (*C. jubata* Bsch., *C. recta* L., *C. recta* f. *atropurpurea*, *C. terniflora* DC.); medium, from 41 to 60 days (*C. fusca* Turcz., *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. integrifolia* L., *C. orientalis* L., *C. serratifolia* Rehder, *C. tangutica* (Maxim.) Korsh., *C. virginiana* L., *C. viticella* L., *C. viticella* f. *rosea*); long-lasting, more than 60 days (*C. 'Fargesioides'*, *C. heracleifolia* DC., *C. hexapetala* DC.).Поступила: 27 января 2022
Принята к публикации: 5 мая 2022Received: 27 January 2022
Accepted: 5 May 2022

Введение

Декоративные растения и их насаждения, используемые в благоустройстве, выполняют не только санитарно-гигиеническую, но и эстетическую функцию. Дикорастущие виды флоры также могут быть включены в перечень перспективных для озеленения населенных пунктов и стать неисчерпаемым материалом для фитодизайнеров [1].

Использование в культуре новых растений без предварительного изучения ритмов роста и развития, вопросов размножения, оценки эколого-биологических и декоративных качеств невозможно. В настоящее время недостаточно информации о биоразнообразии выходящих растений, опыте их использования на практике, данных о биологии, устойчивости и специфике их развития [2]. В Ставропольском ботаническом саду интродуцировано более 120 видов и сортов травянистых и древесных лиан, которые с успехом могут быть применены в озеленении в данных почвенно-климатических условиях. Среди них лидирующие позиции занимают многолетние лианы рода Клематис (*Clematis* L.). В последние годы все большей популярностью пользуются мелкоцветковые виды и сорта, отличающиеся неприхотливостью, быстрым ростом, обилием и длительностью цветения, многообразием жизненных форм. В коллекции ботанического сада мелкоцветковые клематисы занимают 35% от общего числа видов и сортов. В задачу наших исследований входило всестороннее изучение 16 видов, форм и сортов мелкоцветкового клематиса с целью выявления наиболее декоративных и устойчивых таксонов для дальнейшей разработки рекомендаций по рациональному использованию их в озеленении.

Методика

Исследования проводились на территории Ставропольского ботанического сада, расположенного на высоте 630 м над уровнем моря. Климат Ставропольского края умеренно континентальный, безморозный период в среднем составляет 190 дней. Среднегодовое количество осадков — 623 мм, при этом большее их количество выпадает в летний период. Почвы на экспериментальном участке — черноземы выщелоченные среднесиловые малогумусные тяжелосуглинистые [3].

Объект исследований — 12 видов, 2 садовые формы и 2 сорта рода *Clematis* L., культивируемые в коллекции ботанического сада (2011–2021 гг.). При проведении исследований использовались методические указания по первичному сортоизучению клематисов [4], методика государственного сортоиспытания сельскохозяй-

ственных культур (декоративные культуры) [5] и методические указания по оценке декоративной ценности видов клематиса [6].

Результаты

Исследуемые виды относятся к шести географическим группам: южнопалеарктическая — *C. integrifolia* L. (к. цельнолистный), *C. hexapetala* DC. (к. шестилепестный); древнесредиземноморская — *C. orientalis* L. (к. восточный), *C. tangutica* (Maxim.) Korsh. (к. тангутский); собственно средиземноморская — *C. viticella* L. (к. фиолетовый); европейско-средиземноморская — *C. recta* L. (к. прямой); восточно- и центральноазиатская — *C. heracleifolia* DC. (к. борщевиколистный), *C. fusca* Turcz. (к. бурый), *C. serratifolia* Rehder (к. пильчатолистный); североамериканская — *C. virginiana* L. (к. виргинский). Сорта принадлежат садовым группам Fargesii (к. «Фаргезиоидес») и Heracleifolia (к. «Брызги Моря»). Все таксоны отнесены к длительно вегетирующим многолетникам с весенне-летне-осеннезеленым феноритмотипом [7] и представляют собой многолетние кустарниковые и травянистые лианы, полукустарники и травянистые поликарпики.

Одним из критериев оценки декоративных растений являются фенологические наблюдения, которые дают ответ на практические вопросы о наиболее благоприятном времени посадки, прогнозе цветения и плодоношения интродуцентов при использовании их в ландшафтном дизайне. Характер и темп развития растений в большей степени зависят от климатических условий района интродукции и биологических особенностей каждого вида [8]. На основании полученных многолетних данных фенологических наблюдений, в почвенно-климатических условиях Ставропольской возвышенности установлены средние даты начала, окончания и продолжительности фенологических фаз роста и развития исследуемых таксонов. Начало роста побегов у большинства исследуемых таксонов клематиса на Ставрополье наступает в I декаде апреля. У поздноцветущих видов *C. orientalis* и *C. terniflora* — во II декаде апреля. Продолжительность роста побегов и цветения неодинакова, и у одного и того же вида она может отличаться в разные годы. В большей степени это зависит от биологических особенностей, географического происхождения видов и погодных условий в период роста побегов (количество выпавших осадков, температурный режим). Короткий период роста побегов (38–51 день) наблюдается у травянистых поликарпиков — *C. hexapetala*, *C. integrifolia*, *C. jubata*, *C. recta*, *C. recta* f. *atropurpurea*,



Таблица 1. Сроки наступления основных фенологических фаз развития

Table 1. The timing of the onset of the main phenological phases of development

Вид, форма, сорт	Рост побегов		Цветение		
	начало	продолжительность, дней	начало	конец	продолжительность, дней
<i>C. 'Fargesioides'</i>	06.04±6	63±6	11.06±5	22.08±7	76±7
<i>C. fusca</i> Turcz.	09.04±7	60±5	21.06±10	02.08±9	42±6
<i>C. heracleifolia</i> DC.	07.04±7	62±8	09.07±6	10.09±9	65±9
<i>C. heracleifolia</i> 'Bryzgi Morja'	07.04±6	72±7	18.07±6	29.08±5	43±7
<i>C. hexapetala</i> Pall.	30.03±8	51±7	07.06±5	19.08±10	72±12
<i>C. integrifolia</i> L.	06.04±7	48±5	03.06±6	25.07±8	56±9
<i>C. jubata</i> Bsch.	05.04±3	38±3	24.05±4	13.06±5	23±4
<i>C. orientalis</i> L.	13.04±9	93±10	05.08±7	20.09±9	48±8
<i>C. recta</i> L.	02.04±7	45±7	26.05±9	21.06±7	23±6
<i>C. recta</i> f. <i>atropurpurea</i>	04.04±8	42±3	28.05±7	23.06±6	25±4
<i>C. serratifolia</i> Rehd.	07.04±8	90±7	26.07±6	02.09±10	41±8
<i>C. tangutica</i> (Maxim.) Korsh.	08.04±9	79±10	07.07±6	22.08±8	49±6
<i>C. terniflora</i> DC.	18.04±7	126±8	08.09±5	02.10±9	25±9
<i>C. virginiana</i> L.	08.04±5	79±4	07.07±4	25.08±6	50±3
<i>C. viticella</i> L.	06.04±8	62±5	15.06±8	26.07±8	47±5
<i>C. viticella</i> f. <i>rosea</i>	08.04±7	63±6	16.06±10	30.07±9	45±6

Таблица 2. Биоморфологические особенности клематиса

Table 2. Biomorphological features of clematis

Вид, форма, сорт	Жизненная форма*	Длина побегов, м	Цветок		Форма околоцветника	Оценка перспективности**
			окраска	диаметр, мм		
<i>C. 'Fargesioides'</i>	Л	4,0–5,0	кремово-белая	40×40	звездообразная	ВП
<i>C. fusca</i> Turcz.	Л	2,0–2,5	темно-коричневая	23×25	урнообразная	П
<i>C. heracleifolia</i> DC.	ПК	1,0–1,2	синяя	21×22	трубчатая	П
<i>C. 'Bryzgi Morja'</i>	ПК	2,0–2,5	синевато-белая	28×29	крестообразная	ВП
<i>C. hexapetala</i> Pall.	ПТП	0,8–1,0	белая	42×42	звездообразная	ВП
<i>C. integrifolia</i> L.	ПТП	0,5–0,7	синяя	34×37	колокольчатая	ВП
<i>C. jubata</i> Bsch.	ПТП	0,6–0,8	белая	17×18	крестообразная	МП
<i>C. orientalis</i> L.	Л	3,0–3,5	желтая	35×36	колокольчатая	ВП
<i>C. recta</i> L.	ПТП	1,0–1,2	белая	21×21	крестообразная	П
<i>C. recta</i> f. <i>atropurpurea</i>	ПТП	0,9–1,1	белая	26×27	звездообразная	П
<i>C. serratifolia</i> Rehd.	Л	2,5–3,0	желтая	37×38	колокольчатая	П
<i>C. tangutica</i> (Maxim.) Korsh.	Л	2,5–3,0	желтая	35×37	колокольчатая	ВП
<i>C. terniflora</i> DC.	Л	2,0–2,5	белая	29×30	крестообразная	П
<i>C. virginiana</i> L.	Л	3,5–4,0	белая	30×30	крестообразная	П
<i>C. viticella</i> L.	Л	2,5–3,0	синяя	37×40	колокольчатая	ВП
<i>C. viticella</i> f. <i>rosea</i>	Л	2,5–3,0	розовая	40×42	колокольчатая	ВП

Примечания: * — Л (лиана); ПК — (полукустарник); ПТП — (прямостоячий травянистый поликарпик);

** — ВП (высокоперспективные); П — (перспективные); МП — (малоперспективные).



а наиболее продолжительный (90–126 дней) отмечен у лиан с поздним сроком начала цветения — *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. terniflora* (табл. 1).

Последовательность прохождения фенологических фаз видами сохраняется из года в год. Фазы начала и окончания цветения являются индивидуальным признаком для каждого вида [9]. По срокам наступления фазы цветения в районе интродукции изученные таксоны отнесены к пяти группам: поздневесенне-летнего цветения — *C. jubata*, *C. recta*, *C. recta* f. *atropurpurea*; раннелетнего цветения — *C. hexapetala*, *C. integrifolia*, *C. viticella*, *C. viticella* f. *rosea*, *C. 'Fargesoides'*; летнего цветения — *C. heracleifolia*, *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. tangutica*, *C. virginiana*, *C. fusca*; позднелетне-осеннего цветения — *C. orientalis*, *C. serratifolia*; раннеосеннего цветения — *C. terniflora*. Продолжительность цветения является важной составляющей при оценке сорта, так как непосредственно связана по времени с общей декоративностью композиции [10]. Все исследуемые виды, формы и сорта цветут на побегах текущего года и большинство из них отличаются обильным и продолжительным цветением. Короткий период цветения, в среднем 21–30 дней, отмечен у *C. jubata*, *C. recta*, *C. recta* f. *atropurpurea*, *C. terniflora*. Длительность цветения от 41 до 60 дней отмечена у *C. fusca*, *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. integrifolia*, *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. tangutica*, *C. virginiana*, *C. viticella*, *C. viticella* f. *rosea*. Продолжительным цветением (более 60 дней) отличались *C. 'Fargesoides'*, *C. heracleifolia* и *C. hexapetala*. Критерием успешности интродукции вида служит характер протекания процессов цветения и плодоношения. В культуре в условиях Ставропольской возвышенности наблюдается самосев у видов *C. orientalis* L., *C. recta* L., *C. serratifolia* Rehder., *C. vitalba* L., *C. viticella* L., *C. virginiana* L. Клематис восточный, пильчатолостный, тангутский не теряют декоративности в период созревания семян.

При подборе ассортимента лиан для вертикального озеленения определяющее значение имеет степень устойчивости в засушливый период. На общей декоративности растений в летний период могут отрицательно сказаться высокая температура и низкая влажность воздуха. Влияние этих факторов на растения определяли визуально, путем анализа степени повреждения листьев и побегов. Установлено, что исследуемые мелкоцветковые виды, формы и сорта не теряют своей декоративности и не страдают от засухи и низкой влажности воздуха в жаркий период. В результате фитосанитарного мониторинга коллекции клематиса выявлено три вида возбудителей грибных болезней — *Ascochyta clematidina* Thiim., *Verticillium dahlia* Kleb., *Aecidium clematidis* DC. Находящиеся в изучении

16 видов, форм и сортов клематиса показали высокую степень устойчивости, за период исследований поражений грибными болезнями и повреждений вредителями не выявлено.

На основании многолетних наблюдений проведен анализ биоморфологических особенностей, который свидетельствует о значительном разнообразии видов, форм и сортов не только по фенологическим показателям, но и по декоративным качествам (табл. 2).

Все исследуемые виды, формы и сорта относятся к трем жизненным формам: девять таксонов — лианы; два — полукустарники; пять — травянистые поликарпики. Длина побегов у лиан составляет от двух до пяти метров, в зависимости от вида, у полукустарников — от одного до двух метров, у травянистых многолетников — от 0,5 до 1,2 м. Окраска цветка является важным признаком при оценке декоративных качеств видов и сортов. Восемь исследуемых таксонов имеют белую окраску цветка, по три таксона имеют желтую и синюю окраску, по одному — коричневую и розовую. Форма цветка разнообразна: раскрытая звездообразная у *C. 'Fargesoides'*, *C. hexapetala*, *C. recta* f. *atropurpurea*; урнообразная у *C. fusca*; трубчатая у *C. heracleifolia*; крестообразная у *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. jubata*, *C. recta*, *C. terniflora*, *C. virginiana*; колокольчатая у *C. integrifolia*, *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. tangutica*, *C. viticella*, *C. viticella* f. *rosea*. Диаметр цветка мелкоцветковых клематисов в среднем не превышает 40 мм.

Коллекция рода *Clematis* L. служит базой для сравнительного изучения и определения адаптационных возможностей видов и сортов с целью привлечения их в селекционный процесс и в ассортимент для озеленения. По результатам интродукционного изучения проведена комплексная оценка и даны рекомендации для использования в озеленении мелкоцветковых видов, форм и сортов, адаптированных в почвенно-климатических условиях Ставропольской возвышенности. Из 16 исследуемых таксонов восемь получили оценку «высокоперспективные» (выше 81 балла); семь — «перспективные» (выше 61 балла); один — «малоперспективный» (57 баллов).

По характеру использования в садово-парковом озеленении изученные мелкоцветковые виды, формы и сорта могут применяться в вертикальном озеленении — *C. 'Fargesoides'*, *C. fusca*, *C. 'Bryzgi Morja'*, *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. tangutica*, *C. terniflora*, *C. virginiana*, *C. viticella*, *C. viticella* f. *rosea*; для создания каменистых горок и бордюров — *C. heracleifolia*, *C. hexapetala*, *C. integrifolia*, *C. recta*, *C. recta* f. *atropurpurea*; в качестве почвопокровных — *C. 'Fargesoides'*, *C. orientalis*, *C. serratifolia*, *C. tangutica*, а также в одиночных и групповых посадках в партерной части садов и парков.



ЛИТЕРАТУРА

1. Тайсумов М.А., Астамирова М.А., Б.А. Хасуева и др. Флора декоративных растений Чеченской Республики. Цветоводство: традиции и современность: материалы VI Междунар. науч. конф. / отв. ред. А.С. Демидов. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. 500 с.
2. Дорофеева Л.М. Коллекция лиан в Ботаническом саду Уральского отделения Российской академии наук. Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV Международной научной конференции. Екатеринбург, 2018. С. 244–247.
3. Чебанная Л.П. Методическое пособие по культуре и подбору ассортимента сортов клематисов для вертикального озеленения на Ставрополье. – Ставрополь, 2010. 19 с.
4. Бескаравайная М.А. Методические указания по первичному сортоизучению клематисов. Симферополь: Крымиздат, 1975. 36с.
5. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1960. 182 с.
6. Насурдинова Р.А., Жигунов О.Ю. Оценка декоративных качеств видов рода *Clematis* L. в культуре на Южном Урале // Известия Уфимского научного центра РАН. Уфа, 2014. №1. С. 65–71.

REFERENCES

1. Taisumov M.A., Astamirova M.A., B.A. Khasueva et al. Flora of ornamental plants of the Chechen Republic. Floriculture: Traditions and modernity: materials of the VI International Scientific Conference / ed. by A.S. Demidov. - Belgorod: Publishing house "Belgorod" NRU "BelGU", 2013. 500 p. (In Russ.)].
2. Dorofeeva L.M. Collection of lianas in the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Ecology and geography of plants and plant communities: proceedings of the IV International Scientific Conference. Yekaterinburg, 2018. Pp. 244–247 (In Russ.)
3. Chebannaya L.P. Methodical manual on culture and selection of assortment of varietal clematis for vertical gardening in Stavropol. - Stavropol, 2010. 19 p. (In Russ.)
4. Beskaravaynaya M.A. Methodological guidelines for the primary variety study of clematis. Simferopol: Krymizdat, 1975. 36 p. (In Russ.)
5. Methodology of the state variety testing of ornamental crops. Moscow: Publishing house of the Ministry of Agriculture of the RSFSR, 1960. 182 p. (In Russ.)
6. Nasurdinova R.A., Zhigunov O.Yu. Assessment of decorative qualities of species of the genus *Clematis* L. in culture in the

ОБ АВТОРЕ:

Чебанная Любовь Петровна, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<https://orcid.org/0000-0002-3612-3614>

Выводы

Результаты испытания показали, что важным критерием успешности интродукции служит характер протекания процессов цветения и плодоношения. В результате комплексной оценки 16 исследуемых таксонов восемь получили оценку «высокоперспективные», семь — «перспективные, один — «малоперспективный». Рекомендованный ассортимент, адаптированный к почвенно-климатическим условиям Ставропольской возвышенности, включает 11 видов, две садовые формы и два сорта мелкоцветковых клематисов, которые отличаются различной формой и окраской цветка, обилием, продолжительностью и сроками цветения. Быстрый рост, высокая декоративность в период цветения и плодоношения, разнообразные жизненные формы, устойчивость к болезням и вредителям дают большие возможности для использования представителей мелкоцветковой группы в садово-парковом строительстве.

7. Клементьева Л.А. Виды клематиса восточноазиатской флоры на Алтае. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020. № 9 (191). С. 54–58.
8. Чебанная Л. П. Интродукция рода *Clematis* L. в различные почвенно-климатические условия. *Вестник АПК Ставрополья*. 2019. № 1 (33). С. 100–103.
9. Абрамова Л. М., Билалова Р. А., Вафин Р. В., Шигапов З. Х. Влияние метеоусловий и видовых особенностей на прохождение фенодат клематисов в Башкирском Предуралье. *Теоретическая и прикладная экология*. 2021. № 3. С. 153–159.
10. Зубкова Н.В. Шкала комплексной оценки сортов *Clematis* L. при культивировании в условиях Южного берега Крыма // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2018. № 129. С. 38–44.
11. Пополнить генетические коллекции древесных, травянистых, тропических и субтропических растений, хозяйственное значение для Северо-Кавказского региона. Кожеников В.И., Бардакова С.А., Гречушкина-Сухорукова Л.А., Исаенко Т.Н., Кольцов А.Ф., Неженцева Т.В., Пешанская Е.В., Селиверстова Е.Н., Храпач В.В., Волкова В.В., Котенко Ю.В. Отчет о НИР, 2016. (Федеральное агентство научных организаций).

Southern Urals // *Izvestiya Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. Ufa, 2014. No. 1. Pp.65–71 (In Russ.)

7. Klementyeva L.A. Types of clematis of the East Asian flora in Altai. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2020. No. 9 (191). Pp. 54–58. (In Russ.)
8. Chebannaya L. P. Introduction of the genus *Clematis* L. into various soil and climatic conditions. *Bulletin of the APK of Stavropol*. 2019. No. 1 (33). Pp. 100–103. (In Russ.)
9. Abramova L. M., Bilalova R. A., Vafin R. V., Shigapov Z. H. The influence of weather conditions and species features on the passage of phenodate clematis in the Bashkir Urals. *Theoretical and applied ecology*. 2021. No. 3. Pp. 153–159. (In Russ.)
10. Zubkova N.V. Scale of complex assessment of *Clematis* L. varieties under cultivation in the conditions of the Southern coast of Crimea // *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2018. No. 129. pp. 38–44. (In Russ.)
11. To replenish the genetic collections of woody, herbaceous, tropical and subtropical plants economically significant for the North Caucasus region. Kozhevnikov V.I., Bardakova S.A., Grechushkina-Sukhorukova L.A., Isaenko T.N., Koltsov A.F., Nezhentseva T.V., Peshanskaya E.V., Seliverstova E.N., Khrapach V.V., Volkova V.V., Kotenko Yu.V. Research Report, 2016. (Federal Agency of Scientific Organizations) (In Russ.)

ABOUT THE AUTHOR:

Chebannaya Lubov Petrovna, Senior Researcher of the Laboratory of Dendrology of the North-Caucasus Federal Agrarian Research Center
<https://orcid.org/0000-0002-3612-3614>

УДК 551.521

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-63-66>

исследования/ research

**Асадов Х.Г.,
Махмудова В.Х.**

Национальное аэрокосмическое агентство,
AZ1145, Республика Азербайджан, г. Баку,
ул. С.С. Ахундова, стр. 1
E-mail: asadzade@rambler.ru

Ключевые слова: радиационная модель, оптимизация, рост растений, фотосинтез, фотосинтетически активная радиация, излучение, модель

Для цитирования: Асадов Х.Г., Махмудова В.Х. Синтез оптимальной радиационной модели роста растений по критерию минимума передающейся в почву интегральной солнечной радиации. *Аграрная наука.* 2022; 359 (5): 63–66.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-63-66>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Gikmat H. Asadov,
Valida Kh. Mahmudova**

National Aerospace Agency, AZ1145, Republic of
Azerbaijan, Baku, S.S. Akhundova st., p. 1
E-mail: asadzade@rambler.ru

Key words: radiation model, optimization, plant growth, photosynthesis, photosynthetically active radiation, radiation, model

For citation: Asadov H.H., Makhmudova V.H. Synthesis of an optimal radiation model of plant growth according to the criterion of the minimum of integral solar radiation transmitted to the soil. *Agrarian Science.* 2022; 359 (5): 63–66. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-63-66>

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

The authors declare no conflict of interest.

Синтез оптимальной радиационной модели роста растений по критерию минимума передающейся в почву интегральной солнечной радиации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На основе спутниковых данных дистанционного зондирования было высказано предположение о том, что между NDVI и FPAR имеется линейная связь. Однако значительное влияние на эту взаимосвязь сезонных факторов конкретной экосистемы создает неопределенность в оценке продуктивности растений средствами дистанционного зондирования. Эта неопределенность оценок общей выращенной продукции (GPP) по показателю, вычисляемому как отношение GPP к поглощенной растительностью фотосинтетически активной радиации, может быть объяснена суточными изменениями поступающей оптической радиации как по составу, так и по величине. Показано, что показатель GPP может быть определен косвенно путем вычисления экстремума теплового потока почвы, поступающего извне.

Методы. Предложен новый подход к синтезу оптимального радиационного режима роста растений, базирующийся на методологии оптимизации изоморфно-голомонных систем. Основу предлагаемого метода синтеза радиационного режима роста растений составляет учет суммарной радиации, поступающей сверху на крону растения. Особенность этого подхода заключается в поиске минимума той части внешне поступающей фотосинтетически активной радиации, которая достигает почвы и не тратится на фотосинтез при условии гарантированного производства исходно заданного продукта. Сформулирована оптимизационная задача достижения экстремальной величины суммарной радиации, поступающей извне в почву, в виде задачи безусловной вариационной оптимизации с общим целевым функционалом оптимизации. Дано примерное решение оптимизационной задачи, при которой целевой функционал достигает минимума, т.е. максимальное количество внешней радиации расходуется на процесс фотосинтеза.

Результаты. Получено решение, при котором целевой функционал достигает минимума, т.е. максимальное количество внешней радиации расходуется на процесс фотосинтеза. Показано, что применение известного способа безусловной вариационной оптимизации при гарантированной заданной величине GPP позволяет определить оптимальный радиационный режим роста растений.

Synthesis of an optimal radiation model of plant growth according to the criterion of the minimum of integral solar radiation transmitted to the soil

ABSTRACT

Relevance. Based on satellite remote sensing data, it has been suggested that there is a linear relationship between NDVI and FPAR. However, the significant influence of seasonal factors of a particular ecosystem on this relationship creates uncertainty in the assessment of plant productivity by remote sensing. This uncertainty in the estimates of total grown products (GPP) by the indicator calculated as the ratio of GPP to photosynthetically active radiation absorbed by vegetation can be explained by daily changes in incoming optical radiation both in composition and magnitude. It is shown that the GPP indicator can be determined indirectly by calculating the extremum of the heat flow of the soil coming from the outside.

Methods. A new approach to the synthesis of the optimal radiation regime of plant growth based on the methodology of optimization of isomorphic-holonomic systems is proposed. The basis of the proposed method for the synthesis of the radiation regime of plant growth is taking into account the total radiation coming from above to the crown of the plant, the peculiarity of this approach is to find a minimum of that part of the externally incoming photosynthetically active radiation that reaches the soil and is not spent on photosynthesis, provided that the production of the initially specified product is guaranteed. The optimization problem of achieving an extreme value of the total radiation coming from outside into the soil is formulated in the form of an unconditional variational optimization problem with a common target optimization functional. An approximate solution of the optimization problem is given, in which the target functional reaches a minimum, i.e. the maximum amount of external radiation is spent on the photosynthesis process.

Results. A solution is obtained at which the target functional reaches a minimum, i.e. the maximum amount of external radiation is spent on the photosynthesis process. It is shown that the application of the known method of unconditional variational optimization with a guaranteed given value of GPP allows us to determine the optimal radiation regime of plant growth.

Поступила: 5 января 2022
Принята к публикации: 21 April 2022

Received: 5 January 2022
Accepted: 21 April 2022

Введение

Фотосинтез, происходящий в растениях, является процессом, включающим в себя поглощение растением фотосинтетически активной радиации (PAR) и преобразование поглощенной радиации в сухое органическое вещество [1]. Обычно PAR, поглощенная в диапазоне 400–700 нм, в целях фотосинтеза выражается фракционным показателем (FPAR), умноженным на поступающую извне радиацию. Следовательно, показатель FPAR отражает способность растения к поглощению поступающей сверху радиации. Показатель FPAR во многом определяет значение общей или чистой продуктивности растений. В модели эффективного использования света (LUE) показатель FPAR используется с учетом параметра, определяемого средствами дистанционного зондирования [2]. Основным недостатком модели LUE заключается в отсутствии учета взаимосвязи FPAR и нормализованного дифференциального разностного индекса (NDVI) [3]. На основе спутниковых данных дистанционного зондирования было высказано предположение о том, что между NDVI и FPAR имеется линейная связь [4]. Отмечено значительное влияние на эту взаимосвязь сезонных факторов конкретной экосистемы, что в конечном итоге создает неопределенность в оценке продуктивности растений средствами дистанционного зондирования [5]. Пространственно-временная изменчивость FPAR наиболее достоверно отражается при использовании усиленного вегетационного индекса (EVI), однако значения FPAR, полученные на полях и с помощью MODIS, значительно расходятся [6]. Неопределенность оценок общей выращенной продукции (GPP) по показателю LUE_{green} может быть объяснена суточными изменениями поступающей оптической радиации как по составу, так и по величине, где

$$LUE_{green} = \frac{GPP}{APAR_{green}}, \quad (1)$$

где LUE_{green} является количественной мерой эффективности превращения поглощенной радиации фотосинтетически активной «зеленой» растительностью в углерод; $APAR$ — радиация, поглощенная фотосинтетически активной «зеленой» растительностью [7].

При этом фракционный показатель поглощенной радиации такой активной растительностью $FPAR_{green}$ определяется как

$$FPAR_{green} = FPAR \left(\frac{LAI_{green}}{LAI_{общий}} \right) \quad (2)$$

где LAI_{green} — зеленый индекс LAI , которая является фотосинтетически функциональной компонентной $LAI_{общий}$.

На величину $APAR_{green}$ влияет большое количество факторов, связанных как с поступающей радиацией, так и с состоянием растительности и метеофакторами.

С учетом

$$FPAR = \frac{APAR}{PAR} \quad (3)$$

$$FPAR_{green} = \frac{APAR_{green}}{PAR} \quad (4)$$

а также выражения (2) получим

$$\frac{APAR_{green}}{APAR} = \frac{LAI_{green}}{LAI} \quad (5)$$

Из выражений (1) и (5) находим

$$GPP = \frac{LUE_{green} \cdot APAR \cdot LAI_{green}}{LAI}. \quad (6)$$

Таким образом, общая выращенная продукция может быть определена в зависимости от LAI_{green} по выражению (6) при известных значениях LUE_{green} , $APAR$ и LAI .

Из выражений (4) и (5) получим

$$\frac{LAI_{green}}{LAI} = \frac{FPAR_{green} \cdot PAR}{APAR}, \quad (7)$$

выражение (7) отражает общую прямо пропорциональную связь между LAI_{green} и $PAR \cdot FPAR_{green}$.

Следует отметить, что модель (1)–(7) направлена на вычисление величины GPP при известной величине показателя LUE . Вместе с тем, можно показать, что показатель GPP может быть определен косвенно путем вычисления экстремума теплового потока почвы, поступающего извне.

Предлагаемый метод

Основу предлагаемого метода синтеза радиационного режима роста растений составляет следующее известное выражение, определяющее суммарную радиацию R_n , поступающую сверху на крону растения, LAI_{green} и тепловой поток почвы G [9]

$$\frac{G}{R_n} = 0,183 \cdot \exp(-0,299LAI_{green}). \quad (8)$$

Общая схема предлагаемого метода иллюстрируется на рис. 1.

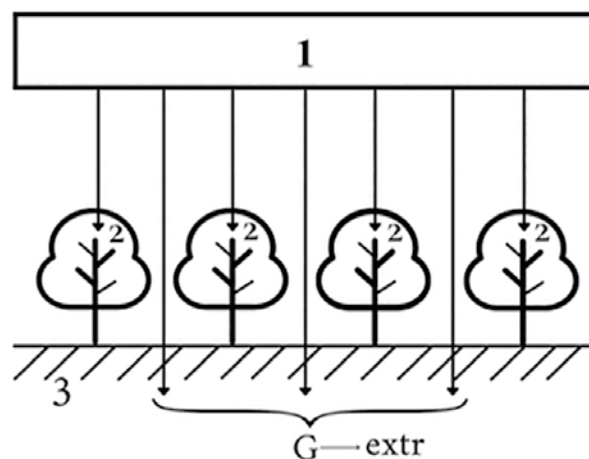
Основные положения предлагаемого метода соответствуют общей методологии оптимизации изоморфно-голономных систем, изложенной в [10, 11], и заключаются в следующем.

1. Вводится функциональная связь между показателями LAI_{green} и R_n в виде

$$LAI_{green} = \psi(R_n). \quad (9)$$

Рис. 1. Общая схема реализации предлагаемого метода. Цифрами обозначены: 1 — источник внешнего излучения; 2 — растительность; 3 — почва

Fig. 1. General scheme for the implementation of the proposed method. The numbers indicate: 1 — source of external radiation; 2 — vegetation; 3 — soil



Отметим, что взаимосвязь (9) или обратная взаимосвязь

$$(R_n) = \psi^{-1}(LAI_{green}) \quad (10)$$

технологически реализуемы не только в парниковых хозяйствах, но и в натуральном растениеводстве в смысле подбора сортов растений с требуемым характером зависимости (9).

2. Задаётся условие достижения заданной величины суммарной продукции. В выражении (9) условно приняв

$$\frac{LUE_{green} \cdot APAR}{LAI} = C_1 \quad C_1 = const \quad (11)$$

получим

$$GPP = C_1 \cdot LAI_{green} \quad (12)$$

Следовательно, суммарный продукт, извлекаемый за определенный период фенологического роста GPP_c , определим как

$$GPP_c = \int_{R_{nmin}}^{R_{nmax}} \psi(R_n) dR_n = C_2 \quad (13)$$

где C_2 — задаваемая величина требуемого объема суммарного продукта.

3. Формулируется задача достижения экстремальной величины суммарной радиации (G_c), поступающей извне в почву, т.е.

$$G_c = \int_{R_{nmin}}^{R_{nmax}} R_n \cdot 0,183 \cdot \exp[-0,299\psi(R_n)] dR_n. \quad (14)$$

4. Составляется задача безусловной вариационной оптимизации с учетом выражений (13) и (14). Общий целевой функционал оптимизации Φ имеет вид

$$\Phi = \int_{R_{nmin}}^{R_{nmax}} 0,183 R_n \cdot \exp[-0,299\psi(R_n)] dR_n + \lambda \left[\int_{R_{nmin}}^{R_{nmax}} \psi(R_n) dR_n - C_2 \right], \quad (15)$$

где λ — множитель Лагранжа.

Таким образом, предлагаемый метод синтеза оптимальной радиационной модели роста растений предполагает решение вариационной задачи (15). Дадим модельное решение данной задачи.

Модельное исследование

Для упрощения математических выкладок примем $R_{nmin} = 0$.

Решение оптимизационной задачи (15) согласно методу Эйлера должно удовлетворить условию

$$\frac{\partial \{0,183 R_n \cdot \exp[-0,299 \cdot \psi(R_n)] + \lambda \cdot \psi(R_n)\}}{\partial \psi(R_n)} = 0. \quad (16)$$

Из выражения (16) получаем:

$$-0,55 \cdot R_n \cdot \exp[-0,299 \cdot \psi(R_n)] + \lambda = 0. \quad (17)$$

Из (17) находим

$$\exp[-0,299 \cdot \psi(R_n)] = \frac{\lambda}{0,55 \cdot R_n}. \quad (18)$$

Из выражения (18) имеем

$$\psi(R_n) = \frac{1}{0,299} \ln\left(\frac{0,55 \cdot R_n}{\lambda}\right). \quad (19)$$

С учетом выражений (13) и (19) получим

$$\frac{1}{0,299} \int_0^{R_{nmax}} \ln\left(\frac{0,55 \cdot R_n}{\lambda}\right) dR_n = C_2. \quad (20)$$

Из выражения (20) имеем

$$\int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - \int_0^{R_{nmax}} \ln \lambda dR_n = C_2 \cdot 0,299. \quad (21)$$

Из выражения (21) находим

$$(\ln \lambda) \cdot \int_0^{R_{nmax}} dR_n = \int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - C_2 \cdot 0,299 \quad (22)$$

или

$$\lambda = \exp\left[\frac{\int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - C_2 \cdot 0,299}{R_{nmax}}\right]. \quad (23)$$

С учетом выражений (19) и (23) получим

$$\begin{aligned} \psi(R_n) &= \frac{1}{0,299} \times \\ &\times \ln\left[\frac{0,55 \cdot R_n}{\exp\left[\frac{1}{R_{nmax}} \left[\int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - C_2\right]\right]}\right] = \\ &= \frac{1}{0,299} \left[\ln 0,55 \cdot R_n - \frac{1}{R_{nmax}} \left[\int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - C_2 \right] \right] \end{aligned} \quad (24)$$

Обозначим

$$\frac{1}{R_{nmax}} \left[\int_0^{R_{nmax}} \ln(0,55 R_n) dR_n - C_2 \right] = C_3 \quad (25)$$

Из (24) получим

$$\psi(R_n) = \frac{1}{0,299} [\ln 0,55 R_n - C_3] \quad (26)$$

Следовательно, при решении (26) целевой функционал (15) достигает экстремума.

Проверим тип экстремума функционала (15). Для этого достаточно определить знак контрольной величины C_4 , где

$$C_4 = \frac{\partial^2 \{0,183 \cdot R_n \exp[-0,299\psi(R_n)] + \lambda \cdot \psi(R_n)\}}{\partial \psi(R_n)^2} \quad (27)$$

и убедиться, что C_4 всегда положительна.

Следовательно, при решении (26) целевой функционал достигает минимума, т.е. максимальное количество внешней радиации расходуется на процесс фотосинтеза. Представим

$$C_2 = \ln C_3$$

Выражение (26) перепишем как

$$\psi(R_n) = \frac{1}{0,299} \cdot \ln\left[\frac{0,55 R_n}{C_3}\right]. \quad (28)$$

С учетом выражений (14) и (28) находим (при $R_{nmin} = 0$):

$$G_c = \int_0^{R_{nmax}} R_n \cdot 0,183 \cdot \exp \left[\frac{-0,299}{0,299} \cdot \ln \left[\frac{-0,55R_n}{C_3} \right] \right] dR_n =$$

$$= \int_0^{R_{nmax}} \left[R_n \cdot 0,183 \cdot \frac{C_3}{0,55R_n} \right] dR_n = \frac{C_3 \cdot 0,183 \cdot R_{nmax}}{0,55}. \quad (29)$$

Таким образом, в оптимальном радиационном режиме в почву поступает суммарная радиация, определяемая выражением (29).

ЛИТЕРАТУРА

1. Feng Zhang, Guangsheng Zhou and Christer Nilsson. Remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation for a maize canopy in Northeast China. *Journal of Plant Ecology* - 2015. Vol. 8. No.4, pp. 429-435.
2. Field CB, Randerson JT, Malmström CM (1995) Global net primary production: combining ecology and remote sensing. *Remote Sens Environ* 51:74-88.
3. Zhang F., Zhou G, Wang Y (2008) Dynamics simulation of net primary productivity by a satellite data-driven CASA model in Inner Mongolian typical steppe, China. *J Plant Ecol* 32:786-97.
4. Vina A, Gitelson AA (2005) New developments in the remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation in crops *Geophys Res Lett* 32:L17403.
5. Fensholt R, Sandholt I, Rasmussen MS (2004) Evaluation of MODIS LAI, fAPAR and the relation between fAPAR and NDVI in a semiarid environment using in situ measurements. *Remote Sens Environ* 91:490-507.
6. Hiroki Iwata, Masahito Ueyama, Chie Iwama, Yoshinobu Harazono. A variation in the fraction of absorbed photosynthetically active radiation and a comparison with MODIS data in burned black spruce forests of interior Alaska. *Polar Science* 7 (2013) 113-124. <http://ees.elsevier.com/polar>
7. Anatoly A. Gitelson, Yi Peng, Timothy J. Arkebauer, and Andrew E. Suyker. Productivity, absorbed photosynthetically active radiation, and light use efficiency in crops: Implications for remote sensing of crop primary production. Published in *Journal of Plant Physiology* 177 (2015), pp. 100-109; doi 10.1016/j.jplph.2014.12.015.
8. Mo, X., Liu, S., Lin, Z., Zhao, W., 2004. Simulating temporal and spatial variation of evapotranspiration over the Luch Basin. *J. Hydrol.* 285 (1-4), 125-142.
9. X. Mo, S. Liu, Z. Lin, YXu, YXiang, T.R. McVicar. Prediction of crop yield, water consumption and water use efficiency with a SVAT-crop growth model using remotely sensed data on the North China Plain / *Ecological Modeling* 183 (2005) 301-322.
10. Асадов Х.Г., Абдуллаева С.Н., Тарвердиева У.Х. Метод саризационной оптимизации голономных информационно – измерительных и мехатронных систем. «Вестник ПНЦПУ. Электротехника. Информатика. Системы управления». 2020, №35, стр.169-179.
11. Асадов Х.Г., Абдуллаева С.Н., Тарвердиева У.Х. Вопросы оптимизации изоморфно информационно – измерительных систем. «Известия Вузов. Электромеханика». 2020, Т.63, №6, стр.51-56.

ОБ АВТОРАХ:

Асадов Хикмет. Г., доктор технических наук, Национальное аэрокосмическое агентство, Азербайджанская Республика, г. Баку, ул. С.С. Ахундова, стр. 1
e-mail: asadzade@rambler.ru
Махмудова В.Х. кандидат технических наук, Национальное аэрокосмическое агентство, Азербайджанская Республика, г. Баку, ул. С.С. Ахундова, стр.1
e-mail: asadzade@rambler.ru

Выводы

Предложен новый метод синтеза оптимального радиационного режима роста растения, базирующийся на методологии оптимизации изоморфно-голономных систем. Основная особенность предложенного метода заключается в поиске минимума той части внешне поступающей фотосинтетически активной радиации, которая передается в почву и не тратится на фотосинтез при условии гарантированного производства исходно заданного продукта. Решение задачи с использованием процедуры безусловной вариационной оптимизации позволило определить оптимальный радиационный режим роста растений.

REFERENCES

1. Feng Zhang, Guangsheng Zhou and Christer Nilsson. Remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation for a maize canopy in Northeast China. *Journal of Plant Ecology* - 2015. Vol. 8. No.4, pp. 429-435.
2. Field CB, Randerson JT, Malmström CM (1995) Global net primary production: combining ecology and remote sensing. *Remote Sens Environ* 51:74-88.
3. Zhang F., Zhou G, Wang Y (2008) Dynamics simulation of net primary productivity by a satellite data-driven CASA model in Inner Mongolian typical steppe, China. *J Plant Ecol* 32:786-97.
4. Vina A, Gitelson AA (2005) New developments in the remote estimation of the fraction of absorbed photosynthetically active radiation in crops *Geophys Res Lett* 32:L17403.
5. Fensholt R, Sandholt I, Rasmussen MS (2004) Evaluation of MODIS LAI, fAPAR and the relation between fAPAR and NDVI in a semiarid environment using in situ measurements. *Remote Sens Environ* 91:490-507.
6. Hiroki Iwata, Masahito Ueyama, Chie Iwama, Yoshinobu Harazono. A variation in the fraction of absorbed photosynthetically active radiation and a comparison with MODIS data in burned black spruce forests of interior Alaska. *Polar Science* 7 (2013) 113-124. <http://ees.elsevier.com/polar>
7. Anatoly A. Gitelson, Yi Peng, Timothy J. Arkebauer, and Andrew E. Suyker. Productivity, absorbed photosynthetically active radiation, and light use efficiency in crops: Implications for remote sensing of crop primary production. Published in *Journal of Plant Physiology* 177 (2015), pp. 100-109; doi 10.1016/j.jplph.2014.12.015.
8. Mo, X., Liu, S., Lin, Z., Zhao, W., 2004. Simulating temporal and spatial variation of evapotranspiration over the Luch Basin. *J. Hydrol.* 285 (1-4), 125-142.
9. X. Mo, S. Liu, Z. Lin, YXu, YXiang, T.R. McVicar. Prediction of crop yield, water consumption and water use efficiency with a SVAT-crop growth model using remotely sensed data on the North China Plain / *Ecological Modeling* 183 (2005) 301-322.
10. Asadov Kh.G., Abdullaeva S.N., Tarverdieva U.Kh. Sarization optimization method for holonomic information-measuring and mechatronic systems. *Bulletin of PNTsPU. Electrical engineering. Informatics. Control systems*. 2020, No. 35, pp. 169-179. (in Russ)
11. Asadov H.G., Abdullaeva S.N., Tarverdieva U.Kh. Issues of optimization of isomorphic information-measuring systems. "Izvestiya Vuzov. Electromechanics. 2020, Vol.63, No.6, pp.51-56. (in Russ)

ABOUT THE AUTHORS:

Asadov Khikmet G., doctor of technical sciences, National Aerospace Agency, Republic of Azerbaijan, Baku, st. S.S. Akhundov, b. 1, e-mail: asadzade@rambler.ru
Mahmudova V. Kh., Candidate of Technical Sciences, National Aerospace Agency, Republic of Azerbaijan, Baku, st. S.S. Akhundov, build.1, e-mail: asadzade@rambler.ru

УДК 631.58; 631.582

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-67-72>

исследования/research

**Каипов Я.З.,
Чукбар Н.А.**

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19
E-mail: akaipov@mail.ru

Ключевые слова: биологизированный севооборот, засушливая степь, сорняки, удобрения

Для цитирования: Каипов Я.З., Чукбар Н.А. Влияние биологизированных севооборотов на засоренность посевов в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана. *Аграрная наука*. 2022; 359 (5): 67–72.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-67-72>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Yakhiya Z. Kaipov,
Nina A. Chukbar**

Bashkir Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Richard Zorge st., 19
E-mail: akaipov@mail.ru

Key words: biological crop rotation, arid steppe, weeds, fertilizers

For citation: Kaipov Y.Z., Chukbar N.A. Impact of biologized crop rotations on infestation of crops in arid steppe conditions of Trans-Ural region of Bashkortostan. *Agrarian Science*. 2022; 359 (5): 67–72. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-67-72>

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

The authors declare no conflict of interest.

Влияние биологизированных севооборотов на засоренность посевов в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Влияние севооборотов на засоренность посевов мало изучено. Цель — исследовать влияние севооборотов на засоренность посевов в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана.

Методы. Рельеф опытного поля равнинный, представлен предгорной степью Южного Урала. Почва — чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Климат засушливый, с периодически жарким летним и умеренно холодным и малоснежным зимним периодами. В годы проведения опытов (2019–2021) сумма осадков за вегетационный период, май — август, составила в среднем 88 мм. В последние 10–15 лет засушливость и неравномерность распределения атмосферных осадков заметно возросли, что сказывается угнетением полевых культур и осложнением борьбы с сорной растительностью. Применили метод полевых опытов. Учет засоренности вели количественно-весовым методом. Оценивали влияние биологизированных севооборотов с зерновыми культурами и люцерной на степень засоренности посевов в сравнении с традиционным зернопаровым севооборотом.

Результаты. Засоренность посевов в экспериментальных севооборотах зависела от силы развития возделываемых культур и подавления сорных растений. В благоприятном по осадкам 2019 г. в хорошо развитых посевах культур сорняки развивались слабо, с количеством 8–10 шт./м² в биологизированном севообороте. В зернопаровом севообороте засоренность была в 1,2–1,9 раз больше. В среднем за три года в начале вегетации полевых культур в биологизированных севооборотах насчитывается сорняков 14–19 шт./м², что на 45–56% меньше, чем в зернопаровом севообороте. Перед уборкой разница в засоренности между севооборотами сокращается до 12–29%, но преимущество в снижении засоренности у биологизированных севооборотов сохраняется. В более благоприятные по увлажнению годы удобрения способствуют снижению засоренности по сравнению с фоном без удобрения. В особо засушливые годы удобрения приводят к некоторому повышению засоренности посевов. Таким образом, выявили, что биологизированные севообороты эффективно снижают засоренность посевов, независимо от фонов удобрения.

Impact of biologized crop rotations on infestation of crops in arid steppe conditions of Trans-Ural region of Bashkortostan

ABSTRACT

Relevance. The influence of crop rotations on the infestation of crops has been little studied. A goal was to investigate the influence of biologized crop rotations on infestation of crops in the arid steppe of the Trans-Ural region of Bashkortostan.

Methods. The relief of the experimental field is flat, represented by the foothill steppe of the Southern Urals. The soil is black soil, common medium-coal. The climate is arid, with periodically hot summer and moderately cold and little snow winter periods. During the years of experiments (2019–2021), the amount of precipitation for the vegetation period, May — August, averaged 88 mm. Over the past 10–15 years, the aridity and unevenness of the distribution of atmospheric precipitation has noticeably increased, which led to the oppression of field crops and the complication of the fight against weeds. The method of field experiments was applied. Accounting of infestation was carried by quantitative and weight method. The effect of biologized crop rotations with cereals and alfalfa on the degree of infestation of crops compared to traditional grain-fallow rotation was evaluated.

Results. The infestation of crops in experimental crop rotations depended on the strength of the development of cultivated crops and suppression of weed plants. In the favorable conditions of 2019, weeds developed poorly in well-developed crops, with an amount of 8–10 piece /m² in biologized crop rotation. In grain-fallow crop rotation, the infestation was 1.2–1.9 times greater. On average over three years at the beginning of the field crop vegetation there are 14–19 piece /m² weeds in biologized crop rotations, which is 45–56% less than in grain-fallow crop rotation. Before harvesting, the difference in infestation between crop rotations is reduced to 12–29%, but the advantage in reducing infestation in biologized crop rotations remains. In more humidified years, fertilizers contribute to a decrease in infestation compared to a background without fertilizer. In especially dry years, fertilizers lead to some increase of infestation of crops. Thus, it was found that biologized crop rotations effectively reduce the infestation of crops, regardless of the background of fertilizer.

Поступила: 21 января 2022
Принята к публикации: 29 April 2022

Received: 21 January 2022
Accepted: 29 April 2022

Введение

Сорная растительность занимает первое место по снижению урожайности полевых культур и эффективности удобрений среди всех факторов, отрицательно влияющих на рост и развитие растений. В районах недостаточного увлажнения, где широко применяются почвозащитные приемы обработки, приходится уделять больше внимания защите посевов от сорняков. Обзор литературы последних лет показывает, что ряда наблюдений за состоянием засоренности посевов в зависимости от видов севооборотов и системы удобрений явно недостаточно для выработки усовершенствованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур [1, 2, 3].

Цель наших исследований — исследовать влияние севооборотов и удобрений на засоренность посевов полевых культур в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана.

Методика

Исследования проводились методом заложения полевых опытов (Доспехов Б.А., 2011), сопровождаемых лабораторными анализами. Учет засоренности посевов вели в сроки: в фазу кущения зерновых, перед уборкой урожая — количественно-весовым методом [4]. Опыты проводились в Баймакском научном подразделении Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН. Рельеф опытного поля равнинный, представлен предгорной степью Зауралья Башкортостана. Почва — чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Содержание гумуса и подвижного фосфора в пахотном слое — повышенное, обменного калия — высокое. Реакция среды — близкая к нейтральной (рН 5,7–5,8). По агрохимическим показателям почва обладает достаточно высоким потенциальным плодородием, является благоприятной для формирования потенциальной продуктивности биологизированных полевых севооборотов. Зона проведения опытов находится под влиянием резко континентального климата с засушливым, периодически жарким летним и умеренно холодным и малоснежным зимним периодами. Среднегодовая сумма эффективных температур выше 10 °С составляет 2100–2200 °С. В последние 10–15 лет засушливость и неравномерность распределения атмосферных осадков заметно возросли, что сказывается угнетением полевых культур и осложнением борьбы с сорной растительностью.

В опыте изучали следующие севообороты.

1. 6-польный зернопаровой севооборот (контроль) с чередованием культур: 1) пар чистый и сидеральный; 2) яровая пшеница; 3) яровая пшеница; 4) горох; 5) яровая пшеница; 6) ячмень.

2. 7-польный биологизированный севооборот I типа (с чистым паром): 1) пар чистый и сидеральный; 2) яровая пшеница; 3) яровая пшеница + люцерна; 4) люцерна первого года пользования (1-го г. п.); 5) люцерна 2-го г. п.; 6) яровая пшеница; 7) ячмень.

3. 7-польный биологизированный севооборот II типа (без чистого пара): 1) горох; 2) яровая пшеница; 3) яровая пшеница + люцерна; 4) люцерна 1-го г. п.; 5) люцерна 2-го г. п.; 6) яровая пшеница; 7) ячмень.

Применяли следующую схему внесения удобрений в полях экспериментальных севооборотов (фоны питания):

1. Без органики: 1) без минеральных удобрений (контроль); 2) азотное удобрение N_{30} под зерновые культуры, фосфорное удобрение P_{20} под все культуры.

2. Сидерат + солома зерновых культур: 1) без минеральных удобрений (контроль); 2) N_{30} под зерновые культуры, P_{20} под все культуры.

Опыты проводили в 2019–2021 гг. в звеньях зернопарового севооборота: яровая пшеница — горох — яровая пшеница; биологизированных севооборотов: яровая пшеница + люцерна — люцерна 1-го г. п. — люцерна 2-го г. п. Обработка почвы в зернопаровом севообороте состояла из приемов: под яровую пшеницу — без основной обработки, горох — безотвальная (чизельная) обработка на 25–27 см, яровую пшеницу — без основной обработки. В биологизированных севооборотах I и II типов: под яровую пшеницу с подсевом люцерны — вспашка на 25–27 см; люцерна 1-го и 2-го г. п. — без обработки почвы (и без ранневесеннего боронования в целях ресурсосбережения и из-за отсутствия эффекта).

Вегетационный период 2019 г. в целом был среднезасушливым. Яровая пшеница в опыте вегетировала с мая (посев — 10 мая, уборка — 28 августа) по август. Сумма осадков за эти 4 месяца составила 124 мм — 75% от среднеевропейской нормы. Первая половина вегетационного периода отличалась резким недостатком влаги: в мае выпало только 13,8 мм, в июне — 0,4 мм. На фоне повышенных температур воздуха (выше от нормы на 3,0–3,5 °С), малых осадков появление полных всходов яровой пшеницы затянулось до 12–13 дней, и снизилась полевая всхожесть. Дальнейшее развитие пшеницы проходило в более благоприятных условиях увлажнения, имевших место в июле и августе. Однако дефицит влаги почвы в первой половине лета привел к формированию относительно низкой урожайности зерна пшеницы, в пределах 14–17 ц/га. Подпокровная люцерна удовлетворительно пережила засуху мая, июня и хорошо отросла после уборки покровной пшеницы в августе. 2020 г. был сильно засушливым и жарким. С мая по август средняя температура воздуха составила 20,4 °С, что на 21% выше среднеевропейской нормы. Выпало 84 мм осадков, 51% от нормы, с крайне неравномерным распределением. 2021 г. характеризовался исключительно жаркой и сухой погодой. Средняя температура воздуха за май — август составила 19,6 °С, что на 3,6 °С (на 22%) выше многолетней нормы. Сумма осадков за тот же период составила 58 мм, всего 35% от нормы. В первой половине вегетационного периода, в мае и июне, выпало лишь 19 мм осадков, что в сочетании с низким предпосевным запасом продуктивной влаги в почве (50–60% от НВ) определило формирование низких урожаев культур севооборотов. Относительно высокую урожайность обеспечила люцерна, выгодно используя ранневесенние запасы влаги в почве за счет раннего начала вегетации. Фитоценоотическое подавление сорных растений культурами севооборотов в условиях чрезвычайной засухи, особенно — люцерной, выразилось намного слабее, чем в предыдущие два года.

Результаты

В первом году эксперимента (2019) наблюдалось наиболее заметное фитоценоотическое влияние севооборотов на степень засоренности посевов. Этому способствовало более высокое атмосферное увлажнение, когда в течение вегетационного периода выпало 124 мм осадков, что в 1,5 раза выше, чем в 2020, и в 2,1 раза выше, чем в 2021 г. В относительно благоприятных условиях погоды культуры севооборотов развивались в удовлетворительном темпе и смогли оказывать свое потенциальное угнетающее влияние на сорные растения в посевах. Средняя численность сорняков по полям экс-

Таблица 1. Засоренность посевов в зависимости от севооборотов и фонов удобрений, 2019 г.

Table 1. Infestation of crops depending on crop rotations and fertilizer backgrounds, 2019

Севооборот, культура	Фон удобрения	Фаза кушения яровой пшеницы			Перед уборкой пшеницы		
		показатель	разница		показатель	разница	
			по севооборотам	по фону удобрения		по севооборотам	по фону удобрения
Зернопаровой, яровая пшеница (контроль)	Без удобрения	$\frac{18^*}{72}$	—	—	$\frac{21,3}{98}$	—	—
	С удобрением**	$\frac{10,7}{44}$	—	-7,3/1,7 -28/1,6	$\frac{16}{76}$	—	-5,3/1,3 -22/1,3
Биологизированный I типа, яровая пшеница + люцерна	Без удобрения	$\frac{9,3}{38,7}$	-8,7/1,9 -33,3/1,9	—	$\frac{13,3}{58,7}$	-8,0/1,6 -39,3/1,7	—
	С удобрением	$\frac{8,7}{35,3}$	-2,0/1,2 -8,7/1,2	-0,7/1,1 -3,3/1,1	$\frac{8,7}{35,3}$	-7,3/1,8 -40,7/2,1	-4,7/1,8 -23,3/2,1
Биологизированный II типа, яровая пшеница + люцерна	Без удобрения	$\frac{9,8}{41,3}$	-8,2/1,8 -30,7/1,7	—	$\frac{18}{65,3}$	-3,3/1,2 -32,7/1,5	—
	С удобрением	$\frac{9,3}{39}$	-1,4/1,2 -5/1,1	-0,5/1,05 -2,3	$\frac{14,3}{46}$	-1,7/1,2 -30/1,6	-3,7/1,3 -19,3/1,4

Примечание: * — в числителе — количество сорняков, шт./м², в знаменателе — сухой вес (СВ) сорняков, г/м². ** — фон удобрения представлен минеральным удобрением N₃₀ P₂₀.
Через / указана кратность изменения показателя.

периментальных севооборотов в течение вегетационного периода яровой пшеницы и совместного посева ее с люцерной выразилась показателем от 9 до 21 шт./м² (табл. 1). Такая степень засоренности находится ниже установленного опытным путем интервала критического порога вредоносности по Туликову (1987).

Наименьшая численность сорняков наблюдалась в биологизированных севооборотах. Больше подавлялись сорняки в ранней фазе вегетации культур. При учете в фазе кушения пшеницы в посеве данной культуры с подсевом люцерны в биологизированных севооборотах I и II насчитывалось сорняков в количестве от 8,7 до 9,8 шт./м². А в контрольном зернопаровом севообороте в это время количество сорняков составило 11–18, что в 1,2–1,9 раза больше, чем в биологизированных севооборотах. Разница в сухом весе (СВ) сорняков распределилась примерно в таких же пропорциях, что и по их количеству. Так, в биологизированных севооборотах СВ сорняков на 1 м² составил 35–41 г, в зернопаровом — от 44 до 72 г, с превышением в 1,1–1,9 раз. Это указывает, что развитый стеблестой фитоценоза смеси пшеницы с люцерной эффективно подавляет сорняки не только в количестве, но и по массе надземной части.

К сроку перед уборкой количество и масса сорняков в посевах значительно возросли. В зернопаровом севообороте — до 16–21, в биологизированных — до 13–18 шт./м²; их СВ соответственно до 76–98 и 35–65 г/м². Однако степень подавления сорняков в биологизированных севооборотах сохранилась почти в тех же пропорциях, которые наблюдались в фазе кушения пшеницы. В зарубежном обзоре указывается, что использование люцерны посевной в качестве покровной культуры для мягкой пшеницы уменьшает плотность сорняков на 40–57% [5]. Применение удобрений в дозах N₃₀ P₂₀ способствовало значительному подавлению сорняков в посевах всех трех севооборотов. В наибольшей степени удобрения снизили засоренность в зернопаровом севообороте. Здесь количество сорняков на удобренном фоне было в фазе кушения в 1,7 раза меньше, чем без удобрения; перед уборкой — в 1,3 раза. В посевах био-

логизированных севооборотов снижение количества и массы сорняков зависело от сроков вегетации. В фазе кушения пшеницы кратность уменьшения засоренности от удобрений составила 1,05–1,1 раз. Такой эффект удобрений в снижении засоренности объясняется лучшим развитием возделываемых культур под влиянием удобрений по сравнению с условиями без удобрений.

В биологизированных севооборотах и в 2020 г. засоренность была существенно ниже, чем в зернопаровом севообороте (табл. 2).

В фазах полные всходы гороха и ветвления люцерны 1-го года пользования (1-го г. п.) количество сорняков в зернопаровом севообороте в посеве гороха составило от 56 до 76 шт./м² в зависимости от фонов удобрения. В те же сроки в биологизированных севооборотах под люцерной оказалось сорняков намного меньше — от 15 до 21 шт./м². Таким образом, в биологизированных севооборотах сороочишающим фактором выступил достаточно развитый травостой люцерны, которая подавляла сорняки. В литературе подтверждаются наши выводы о положительной роли многолетних бобовых трав (люцерны) на уменьшение засоренности посевов. Козлова З.В., Матаис Л.Н., Глушкова О.А. сообщают, что меньше всего в опыте с кормовыми севооборотами сорняков было в вариантах с многолетними бобовыми травами [6]. Многие исследователи указывают на высокую конкурентную способность многолетних трав по отношению к сорнякам и их фитосанитарную функцию в севооборотах [7, 8, 9, 10].

В относительном выражении преимущество биологизированных севооборотов в снижении засоренности составило 68–80%, или примерно в три раза. К сроку определения перед уборкой произошло общее снижение засоренности посевов во всех трех севооборотах: до 22–33 шт./м² в зернопаровом и 10–15 шт./м² в биологизированных севооборотах. Только пропорции разницы по степени засоренности несколько сузились.

Снижение засоренности в биологизированных севооборотах было всего в 2–2,5 раза ниже по отношению к зернопаровому севообороту, что было вызвано фитоце-

Таблица 2. Засоренность посевов в зависимости от севооборотов и фонов удобрений в начале и конце вегетации гороха, 2020 г.

Table 2. Infestation of crops depending on crop rotations and fertilizer backgrounds at the beginning and end of the pea growing season, 2020

Севооборот, культура	Фон удобрения		Полные всходы гороха			Перед уборкой		
			шт./м ²	разница		шт./м ²	разница	
	органическое	минеральное		шт./м ²	%		шт./м ²	%
1. Зернопаровой, горох (контроль)	Без органики	0	56/- *	—	—	14,5/-	—	—
		N ₃₀ P ₂₀	76,5/1,4*	—	—	22/1,5	—	—
	Сидерат + солома	0	55,5/-	—	—	27,5/-	—	—
		N ₃₀ P ₂₀	68/1,2	—	—	33,5/1,2	—	—
2. Биологизированный I типа, люцерна 1-го г. п.	Без органики	0	15,5/-	-40,5	-72	9,5/-	-5	-34
		N ₃₀ P ₂₀	18,5/1,2	-58	-76	13,5/1,4	-8,5	-39
	Сидерат + солома	0	13,5/-	-42	-76	8/-	-19,5	-71
		N ₃₀ P ₂₀	21,5/1,6	-46,5	-68	15/1,8	-18,5	-55
3. Биологизированный II типа, люцерна 1-го г. п.	Без органики	0	15,5/-	-40,5	-72	12/-	-2,5	-17
		N ₃₀ P ₂₀	17,5/1,1	-59	-77	17/1,4	-5	-23
	Сидерат + солома	0	11,5/-	-44	-79	10	-17,5	-64
		N ₃₀ P ₂₀	17,5/1,5	-50,5	-74	16/1,6	-23,5	-70

Примечание: * — в числителе — числовой показатель засоренности посевов; в знаменателе — кратность изменения показателя на фоне N₃₀ P₂₀ по отношению к показателю на фоне без удобрения.

нотическим фактором — развитие агроценоза гороха способствовало снижению засоренности его посева к моменту уборки в сравнении с состоянием в фазе полных всходов.

В целом степень засоренности посевов в посевах зернопарового севооборота обоих лет закладки была несколько выше пределов экономического порога вредоносности. В отличие от 2019 г., минеральные удобрения в посевах 2020 г. действовали в обратном направлении по отношению к засоренности посевов. Во всех севооборотах удобрения способствовали возрастанию количества сорняков. Так, в зернопаровом севообороте на фоне без органики и без минеральных удобрений при полных всходах гороха имелось сорняков 56 шт./м², а в варианте с N₃₀ P₂₀ — в 1,4 раза больше (табл. 2).

В биологизированном севообороте I типа соответствующие показатели составили 15 и 18 шт./м², с разницей в 1,2 раза. В биологизированном севообороте II типа — аналогичное положение. При учете перед уборкой отрицательное влияние минеральных удобрений на количество сорняков в севооборотах сохранилось почти в тех же соотношениях, какие наблюдались в фазе полных всходов гороха. Явление повышенной засоренности посевов в варианте с удобрениями в 2020 г. объясняется более засушливой погодой, в результате чего произошла задержка роста и развития культур севооборотов. В критических условиях засухи сорняки лучше использовали внесенные удобрения

Таблица 3. Засоренность посевов в зависимости от севооборотов и фонов удобрений в начале и конце вегетации яровой пшеницы, 2021 г.

Table 3. Infestation of crops depending on crop rotations and fertilizer backgrounds at the beginning and end of the spring wheat growing season, 2021

Севооборот, культура	Фон удобрения		Кущение пшеницы			Перед уборкой		
			шт./м ²	разница		шт./м ²	разница	
	органическое	минеральное		шт./м ²	%		шт./м ²	%
1. Зернопаровой, яровая пшеница (контроль)	Без органики	0	19	—	—	13	-	-
		N ₃₀ P ₂₀	21	—	—	12	-	-
	Сидерат + солома	0	23	—	—	12	-	-
		N ₃₀ P ₂₀	24	—	—	13	-	-
2. Биологизированный I типа, люцерна 2-го г. п.	Без органики	0	25	+6	32	12	-1	-7
		N ₃₀ P ₂₀	21	0	0	10	-2	-16
	Сидерат + солома	0	21	-2	-9	10	-2	-16
		N ₃₀ P ₂₀	25	+1	4	12	-1	-7
3. Биологизированный II типа, люцерна 2-го г. п.	Без органики	0	22	+3	16	10	-3	-16
		N ₃₀ P ₂₀	21	0	0	11	-1	-8
	Сидерат + солома	0	24	+1	4	13	1	8
		N ₃₀ P ₂₀	24	0	0	12	-1	-7

ния и на этом фоне их количество увеличивалось. Особо засушливые и с повышенными температурами условия вегетационного периода 2021 г. способствовали сглаживанию разниц по засоренности между севооборотами. В посевах всех трех севооборотов количество сор-

Таблица 4. Засоренность посевов в зависимости от севооборотов и фонов удобрений перед уборкой культур

Table 4. Infestation of crops depending on crop rotations and background fertilizers before harvesting crops

Севооборот, культура	Фон удобрения		Шт./м ²				Разница	
	органическое	минеральное	2019	2020	2021	среднее	шт./м ²	%
1. Зернопаровой (контроль)	Без органики	Без удобрения	21,3	28,5	13	21	—	—
		N ₃₀ P ₂₀	16	37	12	22	—	—
	Сидерат + солома	Без удобрения	21,3	36,5	12	23	—	—
		N ₃₀ P ₂₀	16	42	13	24	—	—
2. Биологизированный I типа	Без органики	Без удобрения	13,3	28	12	18	-3	14
		N ₃₀ P ₂₀	8,7	30,5	10	16	-6	27
	Сидерат + солома	Без удобрения	13,3	24	10	16	-7	30
		N ₃₀ P ₂₀	8,7	29,5	12	17	-7	29
3. Биологизированный II типа	Без органики	Без удобрения	21,3	30,5	10	20	-1	5
		N ₃₀ P ₂₀	19,3	26	11	19	-3	14
	Сидерат + солома	Без удобрения	21,3	29,5	13	21	-2	9
		N ₃₀ P ₂₀	19,3	30	12	20	-4	17

няков во время кушения пшеницы колебалось от 19 до 24 шт./м² с небольшими разностями (табл. 3).

К сроку перед уборкой их количество сократилось до 10–13. Следовательно, чрезвычайно неблагоприятные условия погоды сильно угнетали не только возделываемые культуры, но и сорные растения. Практически не было влияния и фонов удобрений, так как они, оказавшись в иссушенном слое почвы, не усваивались.

Обобщение средней за три года (2019–2021) засоренности показывает четкое преимущество биологизированных севооборотов по снижению засоренности посевов. В сроке учета в начале вегетации возделываемых культур среднегодовое количество сорных растений в биологизированных севооборотах составило 14–19 шт./м². Это на 45–56% меньше, чем в зернопаровом севообороте. К сроку перед уборкой возделываемых культур разницы в степени засоренности между севооборотами сократились в среднем до 12–29%, но свойство биологизированных севооборотов меньше засоряться сорными растениями сохранилось (табл. 4).

Таким образом, в результате трехлетней ротации культур севооборотов выявляется более высокая способность биологизированных севооборотов к уменьшению засоренности посевов по сравнению с зернопаровым севооборотом. Выявленная нами закономерность влияния биологизированных севооборотов на засо-

ренность посевов является дополнительным подтверждением литературного обзора H.F. Abouziene и W.M. Haggag [11], где сообщается, что севооборот и другие агрономические методы играют важную роль и успешно используются для борьбы с сорняками в органическом земледелии.

Выводы

В условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана освоение биологизированных севооборотов со звеньями зерновых культур и многолетних трав позволяет снизить засоренность посевов. В начале вегетации возделываемых культур среднегодовое количество сорных растений в биологизированных севооборотах составляет 14–19 шт./м², что на 45–56% меньше, чем в зернопаровом севообороте. Перед уборкой разница в засоренности между севооборотами сокращается до 12–29%, но преимущество в снижении засоренности у биологизированных севооборотов сохраняется. Влияние минеральных удобрений на засоренность посевов в севооборотах одинаковое и зависит от погодных условий. В более благоприятные по увлажнению годы удобрения способствуют снижению засоренности по сравнению с фоном без удобрения. В особо засушливые годы удобрения приводят к некоторому повышению засоренности посевов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замятин С.А., Ефимова А.Ю., Максуткин С.А. Сорные растения полевых севооборотов. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 66. № 5: 98–103.
2. Морозов В.И., Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И. Флористический состав и динамика численности сорных растений агрофитоценозов в севооборотах лесостепной зоны Поволжья. Вестник Ульяновской ГСХА. 2018 (4): 102–109.
3. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Тимофеев В.Н. Соотношение видов сорных растений под влиянием севооборота и систем основной обработки почвы в условиях северного Зауралья. Достижения науки и техники АПК. 2018. 32 (5): 35–40.
4. Никитенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве. М.: Россельхозиздат. 1982. 184 с.
5. Anna Kocira I, Mariola Staniak, Marzena Tomaszewska at all. Legume Cover Crops as One of the Elements of Strategic Weed Management and Soil Quality Improvement. A Review. Agriculture 2020. 10. 394.
6. Козлова З. В., Матаис Л. Н., Глушкова О. А. Влияние кор-

мовых севооборотов на засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Прибайкалья. Вестник Казанского ГАУ. 2020. 2(58): 20–24.

7. Дудкин И. В., Дудкина Т. А. Влияние севооборотов на засоренность посевов. Земледелие. 2013. 8: 40–42.

8. Козлова Л. М. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации земледелия в Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. 2 (39): 30–34.

9. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации и биологизации земледелия. Вестник Казанского ГАУ. 2019. 4 (55): 10–13. DOI 10.12737/2073-0462-2020-10-14.

10. Храмов И.Ф., Бойко В.С., Юшкевич Л.В., и др. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск: Издательство ИП Макшеевой Е. А., 2020. 522 с.

11. H.F. Abouziene, W.M. Haggag. Weed Control in Clean Agriculture: A Review. Literature Review. Planta daninha 34 (2). Apr-Jun 2016.

REFERENCES

1. Zamyatin S.A., Efimova A.Yu., Maksutkin S.A. Weed plants of field crop rotation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2018. 66 (5): 98–103 (In Russ.).
2. Morozov V.I., Toigildin A.L., Podsevalov M.I. Floristic composition and dynamics of the number of weed plants of agrophytocenoses in the crop rotation of the forest-steppe zone of the Volga region. *Vestnik Ul'yanovskoj GSHA*. 2018 (4): 102–109 (In Russ.).
3. Perfiliev N.V., Vyushina O.A., Timofeev V.N. Ratio of species of weeds under the influence of crop rotation and systems of main soil treatment in the northern Trans-Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018. 32 (5): 35–40 (In Russ.).
4. Nikitenko G.F. Experienced field farming. M.: Rossel'hozizdat. 1982. 184 p. (In Russ.).
5. Anna Kocira 1, Mariola Staniak, Marzena Tomaszewska et al. Legume Cover Crops as One of the Elements of Strategic Weed Management and Soil Quality Improvement. A Review. *Agriculture* 2020. 10. 394.

6. Kozlova Z. V., Matais L. N., Glushkova O. A. The influence of fodder crop rotations on crop clogging and crop yields in Baikal conditions. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2020. 2 (58): 20–24 (In Russ.).
7. Dudkin I. V., Dudkina T. A. Effect of crop rotation on crop blockage. *Zemledelie*. 2013. 8: 40–42. (In Russ.).
8. Kozlova L. M. Efficiency of field crop rotation at various levels of intensive agriculture in the Kirov region. *Agrarnaya nauka-Evro-Severo-Vostoka*. 2019.2 (39): 30–34. (In Russ.).
9. Akhmetzyanov M.R., Talanov I.P. Efficiency of field crop rotation at various levels of intensification and biologization of agriculture. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2019. 4 (55): 10–13. (In Russ.).
10. Khrantsov I.F., Boyko V.S., Yushkevich L.V., etc. Adaptive agriculture system of the Omsk region. FGBNU "Omsk ANC". Izdatelstvo IP Maksheevoy E. A. 2020. 522 p. (In Russ.).
11. H.F. Abouziena, W.M. Haggag. Weed Control in Clean Agriculture: A Review. Literature Review. *Planta daninha* 34 (2). Apr-Jun 2016.

ОБ АВТОРАХ:

Каипов Яхия Зайнуллович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела растениеводства, земледелия и почвенного плодородия Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8612-2583>
Чукбар Нина Автандиловна, главный инженер-исследователь аналитической лаборатории Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

ABOUT THE AUTHORS:

Kaipov Yahiya Zainullovich, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Crop Production, Agriculture and Soil Fertility of the Bashkir Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8612-2583>
Chukbar Nina Avtandilovna, Chief Research Engineer of the Analytical Laboratory of the Bashkir Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Ставрополье лидирует по тестированию ФГИС «Зерно»

Аграрии Ставропольского края активно участвуют в тестировании федеральной системы прослеживаемости зерна и продуктов его переработки, сообщает портал агроновости.рф. Подать заявку на участие в тестировании можно на сайте ФГБУ «Центр Агроаналитики».

К 11.05.2022 к системе подключились 488 региональных организаций – участников рынка. По этому показателю Ставрополье лидирует в РФ, на него приходится 95,5% организаций – участников тестирования в Северо-Кавказском федеральном округе (511).

«Тестирование системы – это хорошая возможность разобраться в ней, потренироваться вносить информацию, чтобы, когда ФГИС «Зерно» введут в эксплуатацию и внесение в нее данных станет обязательным, было проще с ней работать», – отметил Р. Салпагаров – начальник Ставропольского филиала ФГБУ «Центр Агроаналитики».

Р. Салпагаров сообщил, что сотрудники Центра совместно с представителями краевого минсельхоза и ГКУ «Ставропольский СИКЦ», – чтобы стимулировать местных аграриев участвовать в тестировании, – проводят выездные совещания, на которых рассказывают о системе и отвечают на вопросы специалистов.

Дефицита риса в России не ожидается

Запасов риса в России на текущий сезон хватит, сообщил глава Российского зернового союза (РЗС) Аркадий Злочевский на пресс-конференции в МИА «Россия сегодня».

«Возможно, будет чуть больше завезено импортного длиннозерного риса – не 200, а 300 тысяч тонн», – уточнил спикер. По его данным, обычно Россия собирает порядка 1,1 млн т риса, а в этом году урожай составит 700 тыс. т. «Страна потребляет порядка миллиона тонн, но из них 200 тысяч – это длиннозерный, это импортный рис. Остальное, то есть те излишки, которые у нас были, мы отправляем на экспорт», – пояснил эксперт.

Глава РЗС отметил, что Минсельхоз предложил ввести временный запрет на вывоз риса с 1 июля по 31 декабря 2022 года. В связи с этим, по его мнению, у производителей могут возникнуть недополученные доходы. «Но надо еще понимать, насколько рис подорожает, потому что те площади, которые отсеют производители, дадут им гораздо больше дохода, который может компенсировать эту недополученную прибыль из-за выросших цен», – резюмировал эксперт.

(Источник: ТАСС)

УДК 633.34:631.528.631

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-73-77>

исследования/research

**Давлетов Ф.А.¹,
Гайнуллина К.П.^{1, 2}**

¹ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19
E-mail: davletovfa@mail.ru

² Институт биохимии и генетики — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450054, г. Уфа, проспект Октября, д. 71, лит. 1Е
E-mail: karina28021985@yandex.ru

Ключевые слова: соя, исходный материал, мутагенез, рентгеновское излучение, урожайность

Для цитирования: Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П. Получение исходного материала для селекции сои методом физического мутагенеза. *Аграрная наука*. 2022; 359 (5): 73–77.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-73-77>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Firzinat A. Davletov¹,
Karina P. Gainullina^{1, 2}**

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 450059, Ufa, Rihard Zorge st., 19
E-mail: davletovfa@mail.ru

² Institute of Biochemistry and Genetics — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 450054, Ufa, prospekt Oktyabrya, 71/1E
E-mail: karina28021985@yandex.ru

Key words: soybean, initial material, mutagenesis, X-ray radiation, yielding

For citation: Davletov F.A., Gainullina K.P. Obtaining the initial material for soybean breeding by physical mutagenesis. *Agrarian Science*. 2022; 359 (5): 73–77. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-73-77>

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

The authors declare no conflict of interest.

Получение исходного материала для селекции сои методом физического мутагенеза

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Селекция новых высокопродуктивных, адаптивных, технологичных сортов сои (*Glycine max* L.) играет важную роль в увеличении фонда продовольственного белка. При этом ключевая роль принадлежит исходному материалу. Однако основной проблемой современной селекции стало снижение генетического разнообразия исходного материала культурных растений, в том числе сои. Один из способов повышения генетического полиморфизма — применение индуцированного мутагенеза. Рентгеновское излучение является высокоэффективным физическим мутагеном, который с успехом применяется в мутационной селекции для повышения продуктивности культурных растений и приобретения ими новых признаков. В связи с этим целью нашей работы стало создание нового исходного материала для селекции сои с использованием ионизирующего излучения. Опыты проводились в 2018–2020 гг. Материалом для исследования послужили сорта сои СибНИИК 315, Миляуша, Черя 1, Самер 3, Эльдорадо, Золотистая.

Методы. Для индуцированного мутагенеза воздушно-сухие семена сортов Эльдорадо и Золотистая, выделенные в наших исследованиях высокой продуктивностью, подвергали воздействию рентгеновского излучения в дозах 10^5 , 10^7 , 10^{10} рад. После облучения семена высевались в поле. Полевые оценки, фенологические наблюдения проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты. Сорт сои Эльдорадо проявил меньшую радиочувствительность. Из него было получено наибольшее количество мутантных форм при максимальной дозе облучения семян. Мутанты были сгруппированы в соответствии с продолжительностью их вегетационного периода и продуктивностью. Наибольшую ценность для селекции сои представляет группа высокопродуктивных скороспелых мутантных форм. Мутанты МР-20/19, МР-22/19, МР-24/19, МР-28/19, МР-29/19 по продуктивности на 9–10% превосходят исходный сорт Эльдорадо и могут быть непосредственно использованы для создания новых сортов. Мутантные формы из других выделенных нами групп также представляют интерес для селекции сои.

Obtaining the initial material for soybean breeding by physical mutagenesis

ABSTRACT

Relevance. Breeding of new highly productive, adaptive, technological soybean (*Glycine max* L.) cultivars plays an important role in increasing the fund of food protein. In this case, the key role belongs to the initial material. However the main problem of modern breeding has become a decrease in the genetic diversity of initial material of cultivated plants, including soybean. One of the ways to increase genetic polymorphism is the usage of induced mutagenesis. X-ray radiation is a highly effective physical mutagen that is successfully used in mutation breeding to increase the productivity of cultivated plants and acquire new traits by them. In this regard, the purpose of our work was to create a new initial material for soybean selection using ionizing radiation. The experiments were carried out in 2018–2020. The study materials were soybean cultivars SibNIK 315, Milyausha, Chera 1, Samer 3, El'dorado, Zolotistaya.

Methods. For induced mutagenesis, the air-dry seeds of the cultivars El'dorado and Zolotistaya distinguished in our studies by high productivity were exposed to X-ray radiation in doses of 10^5 , 10^7 , 10^{10} rad. After irradiation, the seeds were sown in the field. Field assessments, phenological observations were carried out according to the methodology of the State cultivar testing of agricultural crops.

Results. The El'dorado cultivar showed less radiosensitivity. The largest number of mutant forms was obtained from it at the maximum dose of irradiation of seeds. The mutants were grouped according to their growing season duration and productivity. The group of highly productive early ripening mutant forms is of the greatest value for soybean breeding. Mutants MR-20/19, MR-22/19, MR-24/19, MR-28/19, MR-29/19 are 9–10% more productive than the original El'dorado cultivar and can be directly used to create new cultivars. Mutant forms from other groups identified by us are also of interest for soybean breeding.

Поступила: 5 марта 2022
Принята к публикации: 29 April 2022

Received: 5 March 2022
Accepted: 29 April 2022

Соя — ценная зернобобовая культура мирового значения. Благодаря высокому содержанию белка (33–44%) и сбалансированному сочетанию питательных веществ в зерне, соя получила широкое применение как продовольственная, кормовая и промышленная культура [1]. Создание новых сортов сои является актуальной задачей современной селекции [2]. Одна из главных проблем, с которой сталкивается современная селекция, заключается в снижении генетического разнообразия исходного материала [3, 4].

Генетическая изменчивость играет основополагающую роль в селекции растений, размножающихся вегетативным и половым путем [5]. Источником генетического разнообразия могут быть как мутации, возникающие в естественных условиях, так и в результате искусственного мутагенеза с использованием физических, химических или биологических мутагенов. С помощью индуцированного мутагенеза к настоящему времени было создано более 3000 мутантных сортов культурных растений с улучшенными хозяйственно-ценными признаками [6–8]. В качестве физического мутагена в селекционной работе с успехом применяется ионизирующее излучение. Установлено, что воздействие рентгеновского излучения на генетический материал перспективных сортов позволяет расширить генотипическую и фенотипическую изменчивость и обеспечивает возможность создания генофонда перспективных селекционных форм с повышенной адаптационной способностью [9].

Несмотря на свои достоинства, в Республике Башкортостан соя не является традиционной зернобобовой культурой. Отсутствие большого интереса к возделыванию сои у сельхозтоваропроизводителей нашего региона объясняется отсутствием скороспелых, технологичных, хорошо приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям сортов. В этих условиях существует необходимость выведения новых сортов сои интенсивного типа, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства.

В связи с этим целью данного исследования стало создание исходного материала для селекции сои. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить коллекционные сортообразцы сои и выделить ценные для селекции генотипы;
- создать новый исходный материал сои под воздействием рентгеновского излучения;
- провести отбор элитных растений в мутантных популяциях M_2 , M_3 , оценить их в селекционном питомнике и выделить перспективные формы.

Методика

В период проведения опытов (2018–2020 гг.) все селекционные питомники сои располагались на полях научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ». Почва на экспериментальных участках представлена выщелоченным черноземом. Мощность гумусового горизонта — 42–46 см, запасы влаги в метровом слое почвы — 400–480 мм. Содержание гумуса в пахотном слое в среднем 8,0–8,8%, общего азота — 0,5%, фосфора — 0,2%, калия — 1,7%. Кислотность почвенного раствора близка к нейтральной.

Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными по влагообеспеченности: 2018 и 2019 гг. — засушливые, 2020 г. — влажный. Таким образом, широкий диапазон погодных условий позволил объективно оценить адаптивные возможности селекционного материала сои.

Для изучения образцов ежегодно закладывались коллекционный и селекционный питомники, а также питомник изучения мутантных форм. В коллекционном питомнике посев проводили селекционной сеялкой СН-10Ц с шириной междурядий 20 см. Глубина заделки семян — 5 см. Учетная площадь делянки — 10 м². Стандартный сорт — СибНИИК 315.

Для индуцированного мутагенеза воздушно-сухие семена сортов Золотистая, Эльдorado по 1000 шт. подвергали воздействию рентгеновских лучей в следующих дозах: минимальная — 10⁵ рад, средняя — 10⁷ рад, максимальная — 10¹⁰ рад. На второй день после облучения семена высевались в поле. Посев в питомнике изучения мутантных форм проводили вручную. Площадь питания растений — 30 × 10 см. Предшественник — озимые зерновые культуры.

В течение вегетации проводили полевые оценки, фенологические наблюдения по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Уборка селекционных опытов осуществлялась вручную в фазу полного созревания. Для сравнительного анализа мутантных форм и исходных сортов отбирали по 25 растений с делянки и оценивали их по следующим морфобиологическим и хозяйственно-ценным признакам: длина стебля, высота прикрепления нижнего боба, число бобов и семян на растении, масса 1000 семян, масса семян с растением. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [11].

Результаты

Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим признаком, состоящим из следующих межфазных периодов: посев — всходы, всходы — цветение, цветение — созревание. Отечественными и зарубежными исследователями установлено, что продолжительность вегетационного периода сои зависит от обеспеченности растений влагой и теплом, а также реакции сортов на эти условия, которая определяется особенностями генотипа [12, 13].

В наших опытах большинство изученных сортов сои оказались среднеспелыми с продолжительностью периода «всходы — созревание» 96–99 сут. (таблица 1).

По нашим наблюдениям, созревание наступает быстрее у тех сортообразцов, которые раньше начинают цветение. Так, сорта Миляуша, Самер 3, СибНИИК 315 ежегодно зацветали и созревали раньше остальных. Продолжительность вегетационного периода у каждого сорта сильно изменялась по годам. В 2020 г. под влиянием погодных условий у изучаемых сортообразцов произошло увеличение периода вегетации до 107 сут. В относительно сухой и жаркий 2018 г. продолжительность вегетационного периода у сортов сои сократилась на 4–5 сут.

Сравнительное изучение сортообразцов сои в коллекционном питомнике в 2018–2020 гг. выявило среди них различия по элементам структуры урожая и продуктивности. Как видно из данных таблицы 1, число бобов на растении в зависимости от сорта варьировало от 22,1±1,7 до 28,3±2,3 шт., число семян с растения — от 35,2±2,6 до 61,6±4,9 шт., масса 1000 семян — от 133 до 142 г. В наших исследованиях масса семян с растения у сортов сои колебалась от 4,0±1,2 до 6,2±1,4 г. Наибольшей семенной продуктивностью выделились сорта Эльдorado, Золотистая, Миляуша — 6,2±1,4; 5,5±1,2; 5,3±1,4 г соответственно. Для этих сортов было характерно большое число продуктивных узлов на растении,

Таблица 1. Характеристика сортов сои по основным хозяйственно-ценным признакам (в среднем за 2018–2020 гг.), $n = 25$, $M \pm m$ Table 1. Characteristics of soybean cultivars by main economically valuable traits (on average for 2018–2020), $n = 25$, $M \pm m$

Сорт	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число, шт.		Масса, г		Урожайность, г/м ²
				бобов на растении	семян с растения	1000 семян	семян с растения	
СибНИИК 315 — стандарт	97	62,3±3,7	17,5±1,1	22,2±1,8	37,4±2,9	142	4,4±0,9	256
Миляуша	96	65,1±3,2	18,0±1,0	26,2±2,2	52,0±4,0	137	5,3±1,4	262
Чера 1	98	61,2±3,4	17,3±0,9	22,1±1,7	35,2±2,6	133	4,0±1,2	230
Самер 3	96	64,0±3,8	18,1±1,2	25,6±2,0	42,5±4,1	138	4,3±0,9	245
Эльдорадо	99	78,5±4,1	19,1±1,3	28,3±2,3	61,6±4,9	136	6,2±1,4	269
Золотистая	98	76,1±4,5	18,2±1,0	26,1±2,1	57,2±4,5	140	5,5±1,2	265

Таблица 2. Показатели всхожести семян и выживаемости растений сои сортов Золотистая и Эльдорадо после рентгеновского облучения

Table 2. Indicators of seed germination and survival of soybean plants of cultivars Zolotistaya and El'dorado after X-ray irradiation

Показатели	Сорт Золотистая			Сорт Эльдорадо		
	доза облучения			доза облучения		
	10 ⁵ рад	10 ⁷ рад	10 ¹⁰ рад	10 ⁵ рад	10 ⁷ рад	10 ¹⁰ рад
2018 г.						
Полевая всхожесть семян, %	94,2	87,7	59,1	93,5	89,3	66,2
Выживаемость растений, %	88,9	77,1	50,8	90,5	82,2	59,3
2019 г.						
Полевая всхожесть семян, %	95,2	89,9	53,3	95,2	91,0	64,7
Выживаемость растений, %	86,4	80,4	49,6	89,5	80,9	61,0

что свидетельствует о важности данного признака в формировании продуктивности. Количество продуктивных узлов зависит от генетических особенностей сортообразца и условий выращивания. По нашим данным, с увеличением продолжительности вегетационного периода число продуктивных узлов на растении возрастает. Также увеличивается число бобов и семян на растении и масса семян с растения.

Сорта сои Золотистая и Эльдорадо, показавшие наибольшую продуктивность в наших опытах, были выбраны в качестве объектов для индуцированного мутагенеза. После облучения семян этих сортов рентгеновскими лучами в M_1 наблюдалось снижение их полевой всхожести, отставание растений в росте в начальные фазы развития, снижение их плодovitости и выживаемости к моменту уборки. В популяциях растений M_1 обнаружено множество различных радиоморфозов.

В ходе наблюдений было установлено, что чувствительность разных сортов сои к различным дозам облучения неодинакова. В таблице 2 приведены результаты оценки полевой всхожести семян и выживаемости растений изученных сортообразцов к моменту уборки в процентах по отношению к контролю.

Как видно из данных таблицы 2, при всех вариантах облучения процент выживших к моменту уборки растений сорта Эльдорадо был выше, чем сорта Золотистая.

Многие мутантные растения сои M_1 были стерильными полностью или частично, о чем можно судить по деформированности и выполненности бобов. Так, в 2018 г. частичная или полная стерильность после воздействия на семена рентгеновскими лучами в максимальной дозе

10¹⁰ рад отмечалась у 35% растений сорта Золотистая и 27% — сорта Эльдорадо, в 2019 г. — у 31% растений сорта Золотистая и 24% — сорта Эльдорадо (таблица 3).

В результате изучения мутантных популяций сои M_2 и M_3 был выявлен широкий спектр изменчивости растений по ряду признаков. В ходе фенологических наблюдений и полевых визуальных оценок в фазе цветения и полного созревания мутантные растения M_2 , не представляющие интереса для селекции, были выбракованы. Материал, полученный в результате индуцированного мутагенеза, в первую очередь подвергался анализу с точки зрения выделения мутантных форм, обладающих хозяйственно-ценными признаками, которые могут быть непосредственно использованы для создания новых сортов. Все мутанты были разделены на следующие группы:

- высокопродуктивные позднеспелые мутанты;
- высокопродуктивные скороспелые мутанты;
- низкопродуктивные позднеспелые мутанты;
- низкопродуктивные скороспелые мутанты.

Данные по основным хозяйственно-ценным признакам мутантов сорта сои Эльдорадо, показавших лучшие результаты в сравнении с мутантами сорта Золотистая по выживаемости растений, приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, растения высокопродуктивных позднеспелых мутантов имели большую высоту стебля, большее число фертильных узлов и бобов по сравнению с исходным сортом Эльдорадо, а также превосходили его по продуктивности. К этой группе относятся выделенные нами мутанты MP-10/19, MP-12/19, MP-15/19. Они могут быть использованы в качестве

Таблица 3. Количество частично или полностью стерильных растений сои в M_1 после рентгеновского облучения семян сортов Золотистая и ЭльдорадоTable 3. The number of partially or completely sterile soybean plants in M_1 after X-ray irradiation of seeds of cultivars Zolotistaya and El'dorado

Растения	Сорт Золотистая			Сорт Эльдорадо		
	доза облучения			доза облучения		
	10^5 рад	10^7 рад	10^{10} рад	10^5 рад	10^7 рад	10^{10} рад
2018 г.						
Стерильные, %	—	4,0	14,0	—	2,2	9,5
Частично стерильные, %	3,5	8,2	21,0	5,2	6,5	17,5
2019 г.						
Стерильные, %	—	2,0	8,4	—	1,2	5,2
Частично стерильные, %	7,2	8,2	22,6	3,5	8,8	18,8

Таблица 4. Показатели хозяйственно-ценных признаков у индуцированных мутантов и исходного сорта Эльдорадо (2020 г.), $n = 25$, $M \pm m$ Table 4. Indicators of economically valuable traits in induced mutants and the original cultivar El'dorado (2020), $n = 25$, $M \pm m$

Признаки	Исходный сорт Эльдорадо	Мутанты M_3			
		высокопродуктивные позднеспелые	высокопродуктивные скороспелые	низкопродуктивные позднеспелые	низкопродуктивные скороспелые
Продолжительность вегетационного периода, сут.	98	105	95	107	93
Высота стебля, см	72,4 $\pm$ 5,0	85,5 $\pm$ 5,3	70,2 $\pm$ 4,0	90,6 $\pm$ 5,9	68,0 $\pm$ 3,8
Высота прикрепления нижних бобов, см	17,1 $\pm$ 0,5	18,3 $\pm$ 0,7	17,2 $\pm$ 0,4	18,3 $\pm$ 0,9	17,1 $\pm$ 0,7
Число бобов на растении, шт.	23,2 $\pm$ 2,0	29,3 $\pm$ 2,3	25,1 $\pm$ 1,7	17,2 $\pm$ 1,6	18,3 $\pm$ 1,5
Число семян с растения, шт.	49,5 $\pm$ 3,5	60,6 $\pm$ 4,2	53,5 $\pm$ 3,5	34,0 $\pm$ 2,0	36,2 $\pm$ 1,8
Масса 1000 семян, г	130,5 $\pm$ 3,5	129,2 $\pm$ 4,0	140,6 $\pm$ 3,8	110,4 $\pm$ 3,2	112,3 $\pm$ 3,5
Масса семян с растения, г	4,5 $\pm$ 1,5	5,2 $\pm$ 1,7	4,9 $\pm$ 1,9	2,9 $\pm$ 0,9	3,1 $\pm$ 1,0

исходного материала для гибридизации в дальнейшей селекционной работе.

Высокопродуктивные скороспелые мутанты характеризуются сокращенным вегетационным периодом (на 3–4 сут. короче, чем у исходного сорта). За счет большого числа бобов на растении и крупных семян по продуктивности они находятся на уровне сорта Эльдорадо или превосходят его на 9–10%. К этой группе относятся мутанты МР-20/19, МР-22/19, МР-24/19, МР-28/19, МР-29/19. Часть мутантов данной группы после целенаправленной жесткой выбраковки могут непосредственно проходить дальнейшее испытание в качестве родоначальников новых сортов.

Группа низкопродуктивных скороспелых мутантов имеет сокращенную на 5–7 сут. продолжительность вегетационного периода по сравнению с исходным сортом Эльдорадо и уступает ему по продуктивности на 10–20%. Мутантные растения данной группы характеризуются невысоким стеблем, низкой вегетативной массой, мелкими семенами. К ним относятся мутанты МР-30/19, МР-34/19, МР-38/19, которые могут быть использованы в селекции в качестве доноров скороспелости.

Низкопродуктивные позднеспелые мутанты обладают высоким стеблем, большим числом продуктивных узлов, мелкими семенами. Их созревание наступает на 7–9 сут. позднее по сравнению с исходным сортом Эльдорадо. В качестве исходного материала для создания зерновых сортов сои данная группа мутантов интереса

не представляет, однако может быть использована в селекции кормовых сортов.

Выводы

В результате воздействия рентгеновских лучей на семена сортов сои Золотистая и Эльдорадо в дозах 10^5 , 10^7 , 10^{10} рад установлены различия в их чувствительности к мутагенному фактору. Менее радиочувствительным оказался сорт сои Эльдорадо. Наибольшее количество мутантов данного сорта было получено при максимальной дозе облучения семян. При изучении растений M_2 и M_3 выявлен широкий спектр мутаций, что позволило отобрать мутантные формы с ценными признаками и свойствами, не встречающимися у сортообразцов коллекции. Они представляют большой практический интерес как исходный материал для селекции сои. Высокопродуктивные скороспелые мутанты МР-20/19, МР-22/19, МР-24/19, МР-28/19 не уступают исходному сорту по урожайности, имеют относительно короткий вегетационный период и могут быть непосредственно использованы для выведения новых промышленных сортов сои.

**Сведения об источнике финансирования: работа выполнена в рамках госзадания № 122030200143-8 при поддержке гранта Минобрнауки РФ № 075-15-2021-549 от 31 мая 2021 г. и проекта № 22-14-20049 «Поиск ДНК-маркеров для селекции гороха на высокое содержание протеина в семенах и разработка тест-системы для идентификации высокобелковых генотипов».*

ЛИТЕРАТУРА

1. Давлетов Ф.А., Ахмадуллина И.И., Гайнуллина К.П. Результаты изучения сортов сои в условиях Республики Башкортостан. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021;2(88): 49–55. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-49-55.
2. Давлетов Ф.А., Дмитриев А.М., Гайнуллина К.П., Ахмадуллина И.И. Результаты изучения коллекции сои для селекционных целей. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020;1(81): 49–53.
3. Lee M. Genome projects and gene pools: new germplasm for plant breeding? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1998;95: 2001–2004. DOI: 10.1073/pnas.95.5.2001.
4. Дзюбенко Н.И. Вавиловская стратегия пополнения, сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012;169: 4–40.
5. Jain S.M. In vitro mutagenesis for improving datepalm (*Phoenix dactylifera* L.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2012;24(5): 386–399.
6. Broertjes C., Harten A.M. Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops. *Plant Growth Regulation*. 1991;10: 182–183. DOI: 10.1007/BF00024972.
7. Kharkwal M.C., Shu Q.Y. The role of induced mutations in world food security. In: Shu Q.Y. (ed.). *Induced plant mutations in the genomics era*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. p. 33–38.
8. Jain S.M., Suprasanna P. Induced mutations for enhancing nutrition and food production. *Gene Conserve*. 2011;40: 201–215.
9. Suprasanna P., Mirajkar S.J., Bhagwat S.G. Induced mutations and crop improvement. In: Bahadur B., Rajam M.V., Leela S., Krishnamurthy K.V. (eds). *Plant biology and biotechnology. Vol. I. Plant diversity, organization, function and improvement*. New Delhi: Springer India. 2015. p. 593–617. DOI 10.1007/978-81-322-2286-6.
10. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. 1985. 269 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 356 с.
12. Озякова Е.Н., Поползухина Н.А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей. *Омский научный вестник*. 2014;2(134): 213–217.
13. Zhang S.R., Wang H., Wang Z., Ren Y., Niu L., Liu J., Liu B. Photoperiodism dynamics during the domestication and improvement of soybean. *Science China Life Sciences*. 2017;60(12): 1416–1427. DOI: 10.1007/s11427-016-9154-x.

ОБ АВТОРАХ:

Давлетов Фирзинат Аглымович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства зернобобовых культур Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства — обособленного структурного подразделения Уфимского Федерального исследовательского центра Российской академии наук
ORCID ID: 0000-0002-7421-869X

Гайнуллина Карина Петровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений Института биохимии и генетики — обособленного структурного подразделения Уфимского Федерального исследовательского центра Российской академии наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур Башкирского научно-исследовательского института сельского хозяйства — обособленного структурного подразделения Уфимского Федерального исследовательского центра Российской академии наук
ORCID ID: 0000-0001-6246-1214

REFERENCES

1. Davletov F.A., Akhmadullina I.I., Gainullina K.P. The results of studying soybean cultivars in the conditions of the Republic of Bashkortostan. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;2(88): 49–55. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-49-55 (In Russ.).
2. Davletov F.A., Dmitriev A.M., Gainullina K.P., Akhmadullina I.I. The results of studying soybean collection for breeding purposes. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;1(81): 49–53. (In Russ.).
3. Lee M. Genome projects and gene pools: new germplasm for plant breeding? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1998;95: 2001–2004. DOI: 10.1073/pnas.95.5.2001.
4. Dzyubenko N.I. Vavilov strategy of collecting, maintaining and rational utilization of plant genetic resources of cultivated plants and their wild relatives. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2012;169: 4–40. (In Russ.).
5. Jain S.M. In vitro mutagenesis for improving datepalm (*Phoenix dactylifera* L.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2012;24(5): 386–399.
6. Broertjes C., Harten A.M. Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops. *Plant Growth Regulation*. 1991;10: 182–183. DOI: 10.1007/BF00024972.
7. Kharkwal M.C., Shu Q.Y. The role of induced mutations in world food security. In: Shu Q.Y. (ed.). *Induced plant mutations in the genomics era*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. p. 33–38.
8. Jain S.M., Suprasanna P. Induced mutations for enhancing nutrition and food production. *Gene Conserve*. 2011;40: 201–215.
9. Suprasanna P., Mirajkar S.J., Bhagwat S.G. Induced mutations and crop improvement. In: Bahadur B., Rajam M.V., Leela S., Krishnamurthy K.V. (eds). *Plant biology and biotechnology. Vol. I. Plant diversity, organization, function and improvement*. New Delhi: Springer India. 2015. p. 593–617. DOI 10.1007/978-81-322-2286-6.
10. Fedin M.A. Methodology for state cultivar testing of agricultural crops. Moscow: *State commission for cultivar testing of agricultural crops under the USSR Ministry of agriculture*. 1985. 269 p. (In Russ.).
11. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: *Agropromizdat*. 1985. 356 p. (In Russ.).
12. Ozyakova E.N., Popolzhukhina N.A. Yield and seed quality of soybean depending on the actions of abiotic factors and genotypic characteristics. *Omskiy nauchnyy vestnik*. 2014;2(134): 213–217. (In Russ.).
13. Zhang S.R., Wang H., Wang Z., Ren Y., Niu L., Liu J., Liu B. Photoperiodism dynamics during the domestication and improvement of soybean. *Science China Life Sciences*. 2017;60(12): 1416–1427. DOI: 10.1007/s11427-016-9154-x.

ABOUT THE AUTHORS:

Davletov Firzinat Aglyamovich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief of the Laboratory of Selection and Seed-growing of Pulse Crops of the Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences
ORCID ID: 0000-0002-7421-869X

Gainullina Karina Petrovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Plant Genomics of the Institute of Biochemistry and Genetics — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Selection and Seed-growing of Pulse Crops of the Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences
ORCID ID: 0000-0001-6246-1214

УДК 631.633.491

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-78-81>

исследования / research

Захарова М.Н.,
Рожкова Л.В.,
Ушакова Е.Ю.

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр Всероссийский институт механизации», РФ, 390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвьязь, ул. Парковая, д. 1
E-mail: podvyaze@bk.ru

Ключевые слова: картофель, минеральные удобрения, урожайность, эффективность

Для цитирования: Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Ушакова Е.Ю. Формирование семенного материала картофеля сорта Евпатий с использованием различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 78–81.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-78-81>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Marina N. Zakharova,
Ludmila V. Rozhkova,
Elena Y. Ushakova

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center All-Russian Institute of Mechanization", Russian Federation, 390502, Ryazan region, Ryazan district, Podvyazye village, Parkovaya st., 1
E-mail: podvyaze@bk.ru

Key words: potatoes, mineral fertilizers, yield, efficiency

For citation: Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Ushakova E.Y. Formation of potato seed of Evpatiy variety with the use of different doses of mineral fertilizers and timings of top mowing. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 78–81. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-78-81>

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

The authors declare no conflict of interest.

Формирование семенного материала картофеля сорта Евпатий с использованием различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одной из ключевых задач при выращивании семенного картофеля является получение оптимального уровня урожайности, количественного выхода стандартной фракции семенных клубней. Для получения качественного семенного материала необходимо сформировать такой урожай, чтобы в его структуре было наибольшее количество семенной стандартной фракции клубней.

Методы. Исследования по влиянию различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы на выход семенного картофеля сорта Евпатий проводились в 2018–2020 годах на опытных полях ИСА. Технологию возделывания нового сорта изучали в звене севооборота: горох — озимая пшеница + горчица белая — картофель — яровая пшеница. Площадь опыта — 0,25 га, учетная площадь 10 м², повторность четырехкратная. Почва участка: темно-серая лесная тяжело-суглинистая; содержание гумуса 4,7%, калия — 18,4 мг/100 г почвы, фосфора — 22,3 мг/100 г почвы; pH почвы 5,0. Схема опыта: внесение минеральных удобрений перед посадкой и скашивание ботвы после цветения (N₉₆P₉₆K₉₆ — 30 дней, N₉₆P₉₆K₉₆ — 45 дней и N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ — 30 дней, N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ — 45 дней).

Результаты. На варианте с внесением минеральных удобрений N₉₆P₉₆K₉₆ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения получен урожай клубней 30,8 т/га с выходом семенных клубней 37,3%. На варианте с внесением минеральных удобрений N₉₆P₉₆K₉₆ и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 34,8 т/га с выходом семенных клубней 42,2%. При применении минеральных удобрений с нормой расхода N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения способствовали получению урожая клубней 34,3 т/га с выходом семенных клубней 45,6%. На варианте с внесением минеральных удобрений N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ перед посадкой и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 36,7 т/га с выходом семенных клубней 42,2%.

Formation of potato seed of Evpatiy variety with the use of different doses of mineral fertilizers and timings of top mowing

ABSTRACT

Relevance. One of the key tasks in the cultivation of seed potatoes is to obtain the optimal level of yield, the quantitative output of the standard fraction of seed tubers and ensure the quality of seed potatoes at the level of regulatory requirements of the standards set for the respective seed categories. In order to obtain a quality seed, it is necessary to form such a crop that its structure had the largest amount of seed standard fraction of tubers, and plants were less affected by viral infection.

Methods. Studies on the effect of different doses of mineral fertilizers and the timing of the mowing of top on the output of seed potatoes of the variety Evpatiy were conducted in 2018–2020 on the experimental fields of ISA. The technology of cultivation of the new variety was studied in the crop rotation: peas — winter wheat + runcweed — potatoes — spring wheat. The area of experiment is 0,25 hectares, the accounting area is 10 m², the repetition is fourfold. Soil of the site: dark gray forest heavily sogly; humus content 4.7%, potassium — 18,4 mg/100 g of soil, phosphorus — 22,3 mg/100 g of soil; soil pH 5,0. Experiment scheme: introduction of mineral fertilizers before planting and mowing top after flowering: N₉₆P₉₆K₉₆ — 30 days, N₉₆P₉₆K₉₆ — 45 days and N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ — 30 days, N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ — 45 days.

Results. On the version with the introduction of mineral fertilizers N₉₆P₉₆K₉₆ before planting and mowing tops 30 days after flowering, a tuber yield of 30.8 t/ha was obtained, with a yield of seed tubers of 37.3%. On the version with the introduction of mineral fertilizers N₉₆P₉₆K₉₆ and mowing of tops 45 days after flowering, a tuber yield of 34.8 t/ha was obtained, with a yield of seed tubers of 42.2%. The use of mineral fertilizers with a rate of consumption N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ before planting and mowing tops 30 days after flowering contributed to the yield of tubers of 34.3 t/ha, with a yield of seed tubers of 45.6%. On the version with the introduction of mineral fertilizers N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈ before planting and mowing tops 45 days after flowering a tuber yield of 36.7 t/ha was obtained with a yield of seed tubers of 42.2%.

Поступила: 19 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 19 April 2022
Accepted: 11 May 2022

Введение

Картофель возделывается на всей территории России. Большая часть посевных площадей сконцентрирована в Нечерноземной зоне РФ, отличающейся наиболее благоприятными природными условиями для его роста и развития [1]. Картофель может служить индикатором продовольственного обеспечения — спрос на него стабилен. Увеличить производство данной продукции возможно путем повышения урожайности. К критериям роста урожайности можно отнести совершенствование технологии возделывания картофеля, внедрение сортов с высокой продуктивностью, а также повышение качества семенного материала [2].

Большое теоретическое и практическое значение для семеноводства различных сельскохозяйственных культур имеет изучение эффективности отдельных агроприемов с учетом абиотических условий конкретной местности. Для эффективного размножения картофеля на семенные цели важным является поиск таких агротехнических приемов, которые увеличивают коэффициент размножения, а для получения качественного семенного материала необходимо сформировать такой урожай, чтобы в его структуре было наибольшее количество семенной стандартной фракции клубней, а растения в меньшей степени оказывались пораженными вирусной инфекцией [3, 4, 5].

Проблема качества семенного картофеля продолжается все больше обостряться из-за сильного распространения тяжелых форм вирусных болезней, бактериозов клубней картофеля и других патогенов, а также из-за неудовлетворительного состояния семеноводства [6, 7].

Раннее удаление ботвы — высокоэффективный прием, способствующий получению здорового семенного материала в оригинальном и элитном семеноводстве картофеля. Его эффективность подтверждена многочисленными исследованиями, проведенными в различных регионах страны. По данным исследователей, наибольший выход стандартных клубней 28–60 мм получен при скашивании через 30 дней после цветения, от 295–370 тыс. штук на гектар. Оптимальный срок удаления ботвы зависит от особенностей возделываемых сортов, динамики распространения переносчиков (летающая генерация тлей) и сроков клубнеобразования в конкретных природно-климатических условиях [8]. Уничтожение ботвы в оптимальные сроки позволяет уменьшить распространение вирусной инфекции на семенном картофеле, риск распространения фитофтороза с листьев на клубни, ускорить созревание клубней, а также уменьшает механическое повреждение клубней во время уборки [9].

Задержка с удалением ботвы на 7 дней приводит к перерастанию семенных клубней и снижению семенной фракции в урожае до 3,2 шт./куст. Соответственно значительно снижается и общий выход семенных клубней с 1 га — до 125 тыс. шт. При раннем сроке скашивания ботвы в 1,5–2 раза снижается степень поражения растений альтернариозом, вирусными болезнями и клубней — ризоктониозом [10].

Удобрения играют значительную роль в формировании урожая, а также оказывают влияние на сохранность клубней картофеля [11]. Для получения 1 тонны клубней картофеля из почвы выносятся в среднем от 4 до 7 кг азота, от 1,5 до 2,5 кг фосфора и от 6 до 10 кг калия [12, 13].

Цель работы — определить максимально эффективную технологию возделывания картофеля нового сорта Евпатий на семенные цели с применением различных доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы.

Методика

Исследования проводились на опытных полях ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Рязанского района Рязанской области. Технология возделывания картофеля сорта Евпатий изучалась в звене севооборота: горох — озимая пшеница + горчица белая — картофель — яровая пшеница. Площадь опыта — 0,25 га, учетная площадь 10 м², повторность 4-кратная. Почва участка: темно-серая лесная, тяжелосуглинистая; содержание гумуса 4,7%; калия — 18,4 мг/100 г почвы, фосфора — 22,3 мг/100 г почвы; pH почвы 5,0. Предшественник — озимая пшеница.

Агротехника опыта: весеннее фрезерование почвы КФГ-2,8 на глубину 12–14 см, посадка проведена 05.06.2018, 12.05.2019 и 13.05.2020 по заранее нарезанным гребням. Внесение сложных удобрений проводилось перед посадкой. Норма посадки 50 тыс. клубней/га. После появления всходов картофеля проводили междурядную культивацию с одновременным гребнеобразованием.

Схема опыта: 1) внесение минеральных удобрений перед посадкой N₉₆P₉₆K₉₆, скашивание ботвы через 30 дней после цветения; 2) внесение минеральных удобрений перед посадкой N₉₆P₉₆K₉₆, скашивание ботвы через 45 дней после цветения; 3) внесение минеральных удобрений перед посадкой N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈, скашивание ботвы через 30 дней после цветения; 4) внесение минеральных удобрений перед посадкой N₁₂₈P₁₂₈K₁₂₈, скашивание ботвы через 45 дней после цветения.

Скашивание ботвы проводилось через 30 (24.08.2018, 20.08.2019 и 03.08.2020) и 45 (06.09.2018, 04.09.2019 и 18.08.2020) дней после цветения.

Урожай учитывался вручную (24.09.2018, 23.09.2019 и 17.09.2020), с учетных площадок размером 10 м² в 4-кратной повторности с разбором клубней по фракциям: крупные, семенные и нестандартные. Математическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, 1985).

Результаты

Агроклиматические условия центральной части Рязанской области по годам исследований были следующими. 2018 год — в июне месяце количество выпавших осадков было меньше среднееголетней нормы на 44,4 мм. Температура воздуха превышала среднееголетнее значение на 3,3 °С. В июле количество выпавших осадков превышало среднееголетнюю норму на 11,6 мм. Температура воздуха в этом месяце была выше нормы на 4,0 °С. В августе месяце отмечен дефицит влаги в условиях высоких среднесуточных температур. Количество выпавших осадков меньше среднееголетней нормы на 35,6 мм, среднесуточная температура выше нормы на 6,5 °С. Созревание картофеля в сентябре месяце проходило в условиях высоких среднесуточных температур и недостатка влаги. В 2019 году за май — июнь среднесуточная температура воздуха превышала среднееголетнюю температуру (в мае на 6,5 °С, в июне на 5,7 °С). Необходимо отметить, что осадки в июне месяце выпадали неравномерно. В первой декаде осадков не было, во второй — 3,2 мм, в третьей — 35,0 мм. За июль, август, сентябрь осадков выпало меньше среднееголетней нормы на 73,6 мм. В 2020 году сложились вполне благоприятные условия для роста и развития растений картофеля. Температура воздуха за вегетационный период превышала среднееголетнее значение в среднем на 3,0 °С. Общее

число выпавших осадков составило 291,5 мм, что ниже среднесуточных значений на 48,5 мм. Осадки выпадали равномерно в течение всего вегетационного периода, что позволило растениям картофеля сформировать полноценный урожай.

Изучение технологии возделывания картофеля сорта Евпатий проходило с применением системы защиты: обработка клубней Максим — 0,4 л/т, опрыскивание гербицидами Лазурит Супер — 0,5 л/га + Эскудо — 0,025 кг/га, обработка вегетирующих растений фунгицидами Метаксил — 2,5 кг/га, Танос — 0,6 кг/га и инсектицидом Борей — 0,15 л/га. Применение этих препаратов способствовало улучшению фитосанитарного состояния посевов и сохранению здорового листового аппарата до уборки культуры.

В среднем за 3 года исследований учеты урожая клубней картофеля сорта Евпатий и их качества показали, что на варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения получен урожай клубней 30,8 т/га с выходом семенных клубней 37,3%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 34,8 т/га с выходом семенных клубней 42,2%.

Применение минеральных удобрений с нормой расхода $N_{128}P_{128}K_{128}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения способствовали получению урожая клубней 34,3 т/га с выходом семенных клубней 45,6%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{128}P_{128}K_{128}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 36,7 т/га с выходом семенных клубней 42,2%.

Проведенные учеты урожая клубней и их качества показали, что в 2019 году на варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ перед посадкой, скашиванием ботвы через 30 дней после цветения получен урожай клубней 31,5 т/га с выходом семенных клубней 39,1%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ перед посадкой, скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 35,0 т/га с выходом семенных клубней 40,0%. Применение минеральных удобрений с нормой расхода $N_{128}P_{128}K_{128}$, скашивание ботвы через 30 дней после

Таблица 1. Влияние разных доз удобрений, сроков скашивания ботвы на урожай и качество клубней картофеля сорта Евпатий в 2018 году

Table 1. The influence of different doses of fertilizers, the timing of mowing of tops on the yield and quality of potato tubers of the Evpatiy variety in 2018

Вариант опыта	Урожай клубней, т/га	Качество урожая клубней		
		Фракции клубней, %		
		продовольственные, более 55 мм	семенные, 35–55 мм	нестандарт, менее 35 мм
1	27,9	37,7	45,5	16,8
2	28,5	45,1	45,8	9,1
3	28,0	46,1	48,1	5,8
4	32,5	46,7	46,4	7,2
HCP ₀₅	1,14			

Таблица 2. Влияние разных доз удобрений, сроков скашивания ботвы на урожай и качество клубней картофеля сорта Евпатий в 2019 году

Table 2. The influence of different doses of fertilizers, the timing of mowing of tops on the yield and quality of potato tubers of the Evpatiy variety in 2019

Вариант опыта	Урожай клубней, т/га	Качество урожая клубней		
		Фракции клубней, %		
		продовольственные, более 60 мм	семенные, 30–60 мм	нестандарт, менее 30 мм
1	31,5	44,9	39,1	16,0
2	35,0	42,8	40,0	17,2
3	36,5	40,0	45,7	14,3
4	38,0	40,5	45,9	13,6
HCP ₀₅	1,13			

Таблица 3. Влияние разных доз удобрений, сроков скашивания ботвы на урожай и качество клубней картофеля сорта Евпатий в 2020 году

Table 3. The influence of different doses of fertilizers, the timing of mowing of tops on the yield and quality of potato tubers of the Evpatiy variety in 2020

Вариант опыта	Урожай клубней, т/га	Качество урожая клубней		
		Фракции клубней, %		
		продовольственные, более 60 мм	семенные, 30–60 мм	нестандарт, менее 30 мм
1	33,0	60,6	27,2	12,1
2	40,5	33,3	40,7	25,9
3	38,5	44,2	42,9	12,9
4	39,5	48,1	34,2	17,7
HCP ₀₅	1,35			

Таблица 4. Влияние разных доз удобрений, сроков скашивания ботвы на урожай и качество клубней картофеля сорта Евпатий в среднем за три года (2018–2020 гг.)

Table 4. The influence of different doses of fertilizers, the timing of mowing of tops on the yield and quality of potato tubers of the Evpatiy variety on average for three years (2018–2020)

Вариант опыта	Урожай клубней, т/га	Качество урожая клубней		
		Фракции клубней, %		
		продовольственные, более 60 мм	семенные, 30–60 мм	нестандарт, менее 30 мм
1	30,8	47,7	37,3	15,0
2	34,7	40,4	42,2	17,4
3	34,3	43,4	45,6	11,0
4	36,7	45,1	42,2	12,8
HCP ₀₅	1,3			

цветения способствовали получению урожая клубней 36,5 т/га с выходом семенных клубней 45,7%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{128}P_{128}K_{128}$ перед посадкой, скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 38,0 т/га с выходом семенных клубней 45,9% (табл. 2).

Проведенные учеты урожая клубней и их качества показали, что в 2020 году на варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения получен урожай клубней 33,0 т/га с выходом семенных клубней 27,2%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{96}P_{96}K_{96}$ и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 40,5% с выходом семенных клубней 40,7%.

Применение минеральных удобрений с нормой расхода $N_{128}P_{128}K_{128}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 30 дней после цветения способствовали полу-

чению урожая клубней 38,5 т/га с выходом семенных клубней 42,9%. На варианте с внесением минеральных удобрений $N_{128}P_{128}K_{128}$ перед посадкой и скашиванием ботвы через 45 дней после цветения получен урожай клубней 39,5 т/га с выходом семенных клубней 34,2% (табл. 3).

Выводы

Трехгодичные испытания по определению максимально эффективной технологии возделывания семенного картофеля сорта Евпатий показали, что среди изучаемых вариантов по внесению различных доз минеральных удобрений с разными сроками скашивания ботвы наилучшие показатели получены на вариантах № 3 и 4 с внесением $N_{128}P_{128}K_{128}$. На этих вариантах наблюдался наименьший выход нестандартных клубней. Независимо от срока скашивания ботвы, семенная фракция составляла от 42,2 до 45,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова С.С. Оценка действия биопрепаратов в агроценозах картофеля в условиях Нечерноземной зоны России. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018;3:10-13.
2. Захарова М.Н., Рожкова Л.В., Ушакова Е.Ю. Влияние доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы на выход семенного картофеля. *Вестник РСХН*. 2020;4: 58-60.
3. Чехалкова Л.К. Влияние отдельных агроприемов на семенную продуктивность различных по скороспелости сортов картофеля при выращивании в условиях центрального региона Нечерноземной зоны России. *Экология и строительство*. 2018;2:44-49.
4. Амелюшкина Т.А. Результаты исследований по селекции и семеноводству картофеля в Калужской НИИССХ. *Владимирский земледелец*. 2017;3: 31-32.
5. Амелюшкина Т.А. Технологические элементы возделывания картофеля сорта Калужский. *Владимирский земледелец*. 2018;2:41-43.
6. Веневцев В.З., Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Зональная технология возделывания картофеля с использованием интегрированной системы защиты растений. *Методическое пособие*. Рязань. 2015: 39.
7. Котиков М.В., Онацкий К.Н., Л.Н. Ульяненко Л.Н. Комплексная система защиты картофеля. *Байер*. 2014:70.
8. Молявко А.Н. Сроки удаления ботвы на семеноводческих посевах картофеля. *Защита и карантин растений*. - 2016;1: 22-24.
9. Семенчук В.Г., Коленчук М.Н., Маковийчук С.Д. Влияние сроков удаления ботвы на производство семенного картофеля. Сборник научных трудов. Т.26. Минск: 2018: 302-307. Сборник научных трудов. РУП «Научно-практический центр национальной Академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»
10. Чехалкова Л.К. Влияние агротехнических приемов на семенную продуктивность картофеля сорта Забава. *Материалы 48-й международной научной конференции молодых ученых, специалистов – агрохимиков и экологов. «Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии»* 24 апреля 2014 г. Москва: 2014: 258-260.
11. Черемисин А.И., Якимова И.А., Кумпан В.Н., Клинг А.П. Совершенствование агротехнических приемов в элитном семеноводстве картофеля. *Вестник Омского ГАУ*. 2020;3: 44-50.
12. Докшин Я.В., Федотова Л.С. Плодородие почвы, урожайность и качество картофеля в зависимости от форм, доз и способов применения калийных удобрений в условиях Центрального региона России. *Земледелие*. 2015;7:28-31.
13. Тимошина Н.А., Федотова Е.В., Князева, Л.С. Урожайность сортов картофеля различных сроков созревания и качество клубней в зависимости от применения макро- и микроэлементов. *Земледелие*. 2016;6: 40-43.

ОБ АВТОРАХ:

Захарова Марина Николаевна, старший научный сотрудник отдела сортовых агротехнологий в семеноводстве Института семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального научного агроинженерного центра ВИМ
ORCID: 0000-0001-9610-1743

Рожкова Людмила Вавильевна, научный сотрудник отдела сортовых агротехнологий в семеноводстве Института семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального научного агроинженерного центра ВИМ
ORCID: 0000-0001-6399-707X

Ушакова Елена Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом производства элитных и оригинальных семян Института семеноводства и агротехнологий — филиала Федерального научного агроинженерного центра ВИМ

REFERENCES

1. Ivanova S.S. Assessment of the action of biologics in potato agrocenoses in the conditions of the Non-Black Earth zone of Russia. *Herald of the Upper Volga APC*. 2018;3:10-13. (In Russ.).
2. Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Ushakov E.Yu. Influence of doses of mineral fertilizers and the timing of mowing of the bot on the output of seed potatoes. *Herald of the RSCN*. 2020;4: 58-60. (In Russ.).
3. Chehalkova L.K. Influence of individual agro-receivers on the seed productivity of various ripening varieties of potatoes when growing in the central region of the Non-Black Earth zone of Russia. *Ecology and construction*. 2018; 2: 44-49. (In Russ.).
4. Amelyushkina T.A. Results of research on potato breeding and seed production in Kaluga NIISH. *Vladimir farmer*. 2017;3: 31-32. (In Russ.).
5. Amelyushkin T.A. Technological elements of the cultivation of potatoes of the Kaluga variety. *Vladimir farmer*. 2018; 2: 41-43 (In Russ.).
6. Venetsev V.S. Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Zonal potato cultivation technology using an integrated plant protection system. *Methodist Manual*. Ryazan. 2015: 39. (In Russ.).
7. Kotikov M.V., Onatsky K.N., Ulyanenko L.N. Comprehensive Potato Protection System. *Bayer*. - 2014:70. (In Russ.).
8. Molyavko A.N. Timeline for the removal of the bottla on seed crops of potatoes. *Protection and quarantine of plants*. 2016;1: 22-24. (In Russ.).
9. Semenchuk V.G., Kolenchuk M.N., Makoviychuk S.D. Influence of the timing of the removal of the bot on the production of seed potatoes. T.26. Minsk: 2018: 302-307. A collection of scientific works. "Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus on potato and fruit production". (In Russ.).
10. Chehalkova L.K. Influence of agro-technical techniques on the seed productivity of potatoes of the variety. *Materials of the 48th International Scientific Conference of Young Scientists, Specialists - Agrochemists and Environmentalists*. "Agroecological Foundations for the Use of Fertilizers in Modern Agriculture" April 24, 2014: Moscow. 2014: 258-260. (In Russ.).
11. Cheremisin A.I., Yakimova I.A., Kumpan V.N., Kling A.P. Improving agrotechnical techniques in elite potato seed production. *Omsk GAU Herald*. 2020;3: 44-50. (In Russ.).
12. Dokshin J.V., Fedotova L.S. Soil fertility, yield and quality of potatoes depending on the forms, doses and methods of use of potash fertilizers in the central region of Russia. *Agriculture*. 2015;7: 28-31. (In Russ.).
13. Timoshina N.A., Fedotova L.S., Knyazeva E.V. Yield of potato varieties of different maturation periods and quality of tubers depending on the application of macro- and micro elements. *Agriculture*. 2016;6: 40-43. (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Zakharova Marina Nikolaevna, Senior Researcher of the Department of Varietal Agrotechnologies in Seed Production of the Institute of Seed Production and Agricultural Technologies — branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM
ORCID: 0000-0001-9610-1743

Rozhkova Lyudmila Vavilyevna, Researcher at the Department of Varietal Agrotechnologies in Seed Production of the Institute of Seed Production and Agricultural Technologies is a branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM
ORCID: 0000-0001-6399-707X

Ushakova Elena Yurievna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Production of Elite and Original Seeds of the Institute of Seed Production and Agricultural Technologies — branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM

УДК 633.521:632.931.631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-82-86>

исследования/research

Кудрявцева Л.П.

Федеральный научный центр лубяных культур, 170041, Тверь, Комсомольский проспект, д. 17/56, Российская Федерация
E-mail: info.trk@fncl.ru

Ключевые слова: лен, возбудитель, зараженность, паразиты, сапрофиты, фузариоз, антракноз, ауреобазидиоз, бактериоз, крапчатость

Для цитирования: Кудрявцева Л.П. Грибная и бактериальная инфекции семян льна. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 82–86.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-82-86>

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

Ludmila P. Kudryavtseva

Federal Scientific Center of Bast Cultures, 170041, Tver, Komsomolsky Prospekt, 17/56, Russian Federation
E-mail: info.trk@fncl.ru

Key words: flax, pathogen, infection, parasites, saprophytes, fusarium, anthracnose, aureobasidiosis, bacteriosis, mottling

For citation: Kudryavtseva L.P. Fungal and bacterial infections of flax seeds. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 82–86. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-82-86>

The author bear responsibility for the work and presented data.

Грибная и бактериальная инфекции семян льна

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Патогенный комплекс семенной инфекции вызывает большие потери урожая и пониженные качественные характеристики льнопродукции. Цель исследований: выявить видовой состав возбудителей болезней, представляющих по своей вредоносности угрозу для урожая культуры или являющихся потенциально опасными.

Методы. Объектом исследований были семена 21 сорта льна, включенные в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации на 2015–2021 гг. Исследования проводили во Всероссийском НИИ льна, а также на базе лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2015–2021 гг. с использованием современных микологических и фитопатологических методов, а также методик ВНИИЛ.

Результаты. Анализ фитосанитарного состояния семенного материала 21 сорта льна в течение 6 лет (2015–2021 гг.) выявил высокую степень зараженности семян паразитной и сапрофитной инфекциями, включающими 17 видов грибов и 3 вида бактерий. Первое место по частоте встречаемости занял возбудитель крапчатости (озониоз) *Ozonium vinogradovi* — 65,8%, на втором — бактериоз *Bacillus macerans* (син. *Paenibacillus macerans*) — 45,6%. *Bacillus macerans* — основной возбудитель бактериоза, встречался чаще, чем *Bacillus polymyxa* и *Bacillus mesentericus*. Наименьшая инфекционная нагрузка на семена льна отмечена в Костромской области (0–13,0%) и на Кубани (5,0–19,8%). Групповой устойчивостью к семенным инфекциям фузариоза, антракноза и ауреобазидиоза обладали сорта: Дипломат, Цезарь, Александрит, Алексим, Тонус, Надежда. Минимальная инфекционная нагрузка патогенной микрофлорой из всего набора сортов была отмечена на сорте Тверской (14,7%).

Fungal and bacterial infections of flax seeds

ABSTRACT

Relevance. The pathogenic complex of seed infection causes large crop losses and reduced quality characteristics of flax products. The purpose of the research is to identify the species composition of pathogens that pose a threat to the crop crop by their harmfulness or are potentially dangerous.

Methods. The object of research was the seeds of 21 flax varieties included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation for 2015–2021. The research was carried out at the All-Russian Flax Research Institute, as well as at the Laboratory of Breeding Technologies of the Federal Research Center for Bast Crops in 2015–2021 using modern mycological and phytopathological methods, as well as VNIIL techniques.

Results. Analysis of the phytosanitary condition of the seed material of 21 flax varieties for 6 years (2015–2021) revealed a high degree of infection of seeds with parasitic and saprophytic infections, including 17 species of fungi and 3 species of bacteria. The saprophytic complex was mainly represented by species of the genera *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Trichothecium roseum*, *Trichoderma lignorum*, etc. The lowest infectious load on flax seeds was noted in the Kostroma region (0–13.0%) and in the Kuban (5.0–19.8%). The following varieties had group resistance to seed infections of fusarium, anthracnose and aureobasidiosis: Diplomat, Caesar, Alexandrite, Alexim, Tonus, Nadezhda. The minimal infectious load of pathogenic microflora from the entire set of varieties was noted on the Tverskoy variety (14.7%).

Поступила: 27 января 2022
Принята к публикации: 5 мая 2022

Received: 27 January 2022
Accepted: 5 May 2022

Введение

Одной из составляющих современных технологий производства является фитопатологическая экспертиза семян, она дает возможность предвидеть пораженность растений болезнями и тем самым сохранить урожай и качество сельскохозяйственной продукции. Значительное поражение семян льна комплексом возбудителей паразитной и сапрофитной инфекцией диктует необходимость обязательного проведения фитосанитарной экспертизы, которая дает возможность квалифицированно решать вопросы защиты семенного фонда и способствовать высоким и здоровым урожаям [1].

Группа патогенов, поражающих семена — фузариоз, антракноз, крапчатость и плесени, — способны вызывать корневые гнили или сопутствовать им и накапливаться в почве, приводить к деструктивным изменениям семян или их интоксикации, снижать посевные качества материала и развиваться при хранении, а некоторые — и перезаражать семена. Вредоносность болезней семян, причиняемых паразитными микроорганизмами, проявляются различно в зависимости от восприимчивости растений, вирулентности патогенов, факторов внешней среды. В настоящее время отсутствие устойчивых сортов льна-долгунца к фузариозному побурению, крапчатости, бактериозу способствует возрастанию вредоносности возбудителей этих болезней [2].

Во многих случаях причиной снижения всхожести семян могут быть грибы из рода *Fusarium*. В семенах льна чаще обнаруживаются *Fusarium avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. solani* виды, которые могут быть причиной невосхожести семян или сухого (без ослизнения, в отличие от бактериоза) загнивания растительной ткани всходов. Фузариозное побурение коробочек снижает урожай семян до 56% и ухудшает качество волокна до одного номера. Основные источники инфекции фузариоза по ржавчине — зараженные (фузариозом) семена и растительные остатки пораженного (ржавчиной) льна [3, 4].

Патоген, вызывающий крапчатость — *Ozonium vinogradovi*, распространяется в основном с семенами культуры, переносится вредителями, сохраняется в семенах и на послеуборочных остатках льна. Один процент зараженности болезнью семян льна вызывает потери урожая волокнистой продукции на 0,8% и семенной — на 0,6% [5].

Основной источник инфекции ауреобазидиоза — зараженные им семена. Пораженные данной патологией семена льна, как правило, имеют более темную (чем здоровые) окраску, пониженную массу и всхожесть. Возбудитель ауреобазидиоза — *Aureobasidium pullulans f. lini* — может сохраняться в виде мицелия и хламидоспор в семенах льна (до 2,5 лет), на растительных остатках и в почве (до 1 года). Установлена связь между степенью поражения семян льна и проявлением болезней на вегетирующих растениях [6, 7].

Роль семенной инфекции в распространении антракноза неоднократно рассматривалась в отечественной и зарубежной литературе [8]. Для антракноза (возбудитель — гриб *Colletotrichum lini*) показано наличие скрытых форм инфекции, которая может сохраняться в семенах 4–5 лет и обуславливать возникновение различных патологий роста и развития. Полученные от больных растений семена могут быть заражены антракнозом на 80 и более процентов [8].

Бактериоз вызывает гниение корневой системы, негативно влияет на урожай льносолумы, семян и выход волокна, потери урожая семян могут достигать 94,9% [9].

Кроме патогенных микроорганизмов, на семенах при определенных условиях развивается сапрофитная микрофлора. Сапрофитная микрофлора чаще всего встречается на поверхности мертвых или физиологически недозрелых семян. Микроорганизмы разрушают ткани семян, что облегчает доступ для проникновения сапрофитных грибов и бактерий. В таких случаях имеет место так называемая «смешанная зараженность», что ведет к полному заражению семян. Основным источником инфекции этих патологий — семена льна, которые заражаются при нарушении регламентов их уборки и хранения. Запоздавшая уборка (особенно во влажную погоду) и нестандартное хранение (без доведения до кондиций, главным образом, по влажности) увеличивают зараженность семян сапрофитной микрофлорой [10].

Анализ научной литературы свидетельствует о том, что семена являются одним из главных источников распространения болезней льна-долгунца, что значительно снижают урожай и качество льнопродукции. Своевременная квалифицированная диагностика болезней является основой успешного проведения профилактических и защитных мероприятий.

Методика исследований

Объектом исследований были семена 21 сорта льна, включенные в Госреестр селекционных достижений. Фитопатологическая экспертиза семян (фитоэкспертиза) качественно и количественно характеризует образец льна на наличие внешней и внутренней инфекции. Анализ семян на зараженность болезнями проводили в соответствии с ГОСТ 12044 93 [11], а также использовали методические рекомендации ВНИИЛ [12, 13]. Макроскопический метод применяли в начале фитоанализа. Визуальный осмотр позволяет оценить содержание примеси, наличие в семенах склеротий, грибного сора, травмированного и внешне пораженного неполноценного семени льна. Биологический метод основан на стимуляции развития и роста микроорганизмов в зараженных семенах. Он применялся в двух вариантах: во влажной камере и на питательной среде. При использовании влажной камеры семена проращивали в чашках Петри на марлевых прокладках в оптимальных условиях температуры (18–20 °C). Анализ проростков проводили на 8-е сутки. Способ на питательной среде наиболее точен и необходим преимущественно для определения глубокой внутренней зараженности семян патогенными грибами. Для фитоэкспертизы и изоляции грибов-возбудителей в чистую культуру использовали сусло-агаровую питательную среду по методике ВНИИЛ [12, 13]. При выделении бактерий пользовались стандартными средами. Идентификацию грибов, бактерий проводили по совокупности морфологических, культуральных свойств [14, 15, 10].

Результаты исследований

Многочисленные результаты исследований указали, что все проанализированные партии семян льна заражены патогенным и сапрофитным комплексом. Общая зараженность семян льна патогенами в годы исследований составила от 0,3 до 51,2%. Анализ образцов семян льна в течение 2015–2021 годов из 6 льносеющих областей Российской Федерации показал наличие следующих возбудителей болезней: антракноза, фузариоза, крапчатости и бактериоза. Наименьшая инфекционная нагрузка болезнями отмечена в Костромской области (0–13,0%) и на Кубани (5,0–19,8%). Основная масса семян, некондиционных по зараженности болез-

Таблица 1. Общая зараженность болезнями посевного материала льна

Table 1. General infection with diseases of flax seed material

Область, край	Общая зараженность болезнями, %	В том числе по болезням, %				Сапрофиты, %
		фузариоз	антракноз	кrapчатость	бактериоз	
Смоленская	3,0–50,0	0–1,7	0–4,0	0–30,0	0–36,7	1,0–30,0
Тульская	1,8–34,0	0–0,8	0–2,0	0–4,0	1,8–22,0	7,0–23,1
Вологодская	10,0–51,2	0	0	10,0–47,0	2,0–4,0	3,0–11,0
Костромская	0–13,0	0	0–2,0	0–9,0	0–2,0	0–5,0
Кубань	5,0–19,8	1,2–13,8	0–0,5	0	0,3–1,2	0–2,0
Тверская	0,3–29,7	0–0,1	0–0,2	0–18,0	0–12,5	1,0–14,0

Таблица 2. Фитозэкспертиза семян различных сортов льна

Table 2. Phytoexamination of seeds of various flax varieties

Сорт	Общая зараженность болезнями, %	В том числе по болезням, %				
		фузариоз	антракноз	кrapчатость	бактериоз	ауреобазидиоз
Дипломат	28,1	0	0	20,3	7,8	0
Универсал	32,8	0	1,0	18,4	10,4	3,0
Цезарь	23,4	0	0	16,0	7,4	0
ЛМ 98	38,1	0,3	0,8	22,3	12,7	2,0
Росинка	21,5	0,5	0	10,8	10,2	0
Алексим	29,3	0	0	14,2	15,1	0
Тверской	14,7	0,1	0,1	7,3	7,2	0
Тонус	43,4	0	0	34,7	8,7	0
Уральский	57,9	1,3	2,3	41,0	9,3	4,0
Александрит	34,0	0	0	32,0	2,0	0
Ленок	21,5	0,3	0,6	14,0	6,6	0
Зарянка	23,8	0,3	0,2	14,3	9,0	0
Альфа	26,9	0	0,4	11,6	13,4	1,5
А 93	21,0	0,2	0,5	12,5	7,8	0
Сурский	33,7	0	4,0	24,3	4,4	1,0
Надежда	32,6	0	0	29,8	2,8	0
Грант	30,4	0	0	3,0	26,0	1,4
Левит 1	29,3	0	0	5,0	23,0	1,3
Василек	50,0	0	0	35,0	13,0	2,0
Лидер	77,0	0	0	58,0	19,0	0
Северный	47,0	0	0	23,0	24,0	0

нами, была получена из Смоленской и Вологодской областей (табл. 1).

Проведенная фитозэкспертиза показала, что в структуре сортов льна свободных от патогенной микрофлоры семян не выявлено. Все сорта в той или иной степени были заражены крапчатостью и бактериозом. Наибольшая зараженность крапчатостью была у сорта Лидер (58,0), а наименьшая — у сортов Грант (3,0%), Левит (5,0%) и Тверской (7,3%). Семена сортов льна Ленок,

Дипломат, А 93, Тверской, Цезарь в меньшей степени страдали от бактериозов (6,6–7,8%). Свободными от фузариозной, антракнозной и ауреобазидиозной инфекций были сорта Дипломат, Цезарь, Александрит, Алексим, Тонус, Надежда. Минимальная инфекционная нагрузка патогенной микрофлорой из всего набора сортов была отмечена на сорте Тверской (14,7%) (табл. 2).

За 6-летний период исследований фитопатологический анализ показал частоту встречаемости патогенной

и сапрофитной микрофлоры в семенах, включающей 17 видов грибов и 3 вида бактерий. Первое место по частоте встречаемости занял возбудитель крапчатости (озонииз) *Ozonium vinogradovi* — 65,8%, на втором — бактериоз *Bacillus macerans* (син.: *Paenibacillus macerans*) — 45,6%. *Bacillus macerans* — основной возбудитель бактериоза, встречался чаще, чем *Bacillus polymyxa* и *Bacillus mesentericus*. Зараженность семян возбудителем антракноза *Colletotrichum lini* составила 0,8%, а фузариозом — 0,4%. Микологический анализ семян показал наличие 7 видов рода *Fusarium*: *F. culmorum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum*, *F. moniliforme*, *F. sporotrichiella* с доминированием *F. avenaceum*. Наиболее разнообразен видовой состав рода *Fusarium* в Тверской области. Основным видом оказался *F. avenaceum* (62,3%), распространены виды *F. gibbosum*, *F. culmorum* и *F. moniliforme* — 7,9%. Частота встречаемости *F. semitectum*, *F. sporotrichiella*, *F. solani* составила 2,2–3,3%. Из других регионов льносеяния было изолировано по 1–2 вида. Так, из образцов семян льна, собранных в Смоленской области, выделены *F. avenaceum* (22,7%) и *F. moniliforme* (9,1%). В Костромской и Вологодской областях идентифицирован в основном *F. avenaceum*. Превалировал на Кубани возбудитель *F. solani* (9,1%), с частотой 4,5% встречался вид *F. semitectum*.

Выделенные при фитоэкспертизе в чистую культуру по культуральным признакам изоляты *Colletotrichum lini* были отнесены ко 2-й и 3-й группе по окраске колоний — серые (75,3%) и серовато-черные (24,7%), обильно образующие воздушный мицелий и большое количество спор. Коричневые слизистые биообразцы и ярко-оранжевые встречались в единичных случаях.

Инфицированность семян возбудителем ауреобазидиоза *Aureobasidium pullulans* была сравнительно невелика и составила 0,7%.

Общеизвестно, что дождливая с высокой влажностью погода, а также запаздывание со сроками уборки увеличивают зараженность льна болезнями. По нашим данным, самые неблагоприятные погодные условия в Тверской области сложились в 2017, 2016, 2020 годах. Общая зараженность семенного материала в эти годы составила от 48,0 до 52,0%. Сухая теплая погода в 2019 году во время созревания и уборки способствовала меньшей инфицированности семян льна — до 18,4%.

Кроме патогенных грибов, огромный ущерб семенному материалу могут причинять сапрофитные грибы, вызывающие плесневение и затем гибель семян и всходов. Сапрофитный комплекс в основном был представлен видами родов *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Trichothecium roseum*, *Trichoderma lignorum* и др. Превалирующими видами были *Alternaria tenuis* и *Penicillium glaucum*. Инфекционная нагрузка на семена *Aspergillus* spp. составила 10–12,0% и 2,0–5,0% — *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Trichothecium roseum* и *Trichoderma lignorum*. Одновременное заражение семян плесневыми и фитопатогенными грибами свидетельствует об отсутствии между ними выраженного антагонизма. Вредоносность болезни будет возрастать в таком случае, так как обеспечивается всем комплексом микромицетов, а не только фитопатогенными видами.

Высокую степень заражения семян в 70–80-х годах давали виды *Cladosporium herbarum* и *Alternaria tenuis*, однако в нынешних условиях *Cladosporium herbarum* присутствовал редко.

По данным многих исследователей, основными возбудителями росистой мочки льна являются *Cladosporium herbarum* и *Alternaria tenuis*. В прошлом столетии мочка шла главным образом за счет пектиноразрушителя *Cladosporium herbarum*, реже за счет *Alternaria tenuis*. При воздействии *Cladosporium herbarum* волокно приобретало повышенную маслянистость, пластичность, шелковистость и другие качественные показатели отличного волокна. Эти показатели ухудшались при разложении пектина за счет *Alternaria tenuis*, что является одной из причин ухудшения качества льноволокна в современных условиях.

Если сравнить патогенный комплекс семян льна 70-х и 80-х годов прошлого столетия и настоящее время, то можно отметить, что он несколько изменился. Доминировал по частоте встречаемости в прошлом веке антракноз (68,0–75,0%), затем фузариоз (32,0–45,0%). Присутствовали в комплексе семенной инфекции возбудители фомоза, аскохитоза. В данный момент эти возбудители отсутствуют на семенах. Широкое распространение имел *Botrytis cinerea*. Распространенность возбудителя ауреобазидиоза казалось бы остается на прежнем уровне, но с этим можно поспорить. В 70-х и 80-х годах распространенность ауреобазидиоза в посевах льна была высокой и болезнь фиксировалась на всех районированных сортах, а в настоящее время развитие ауреобазидиоза носит депрессивный характер и существенной экономической значимости эта болезнь не имеет. Дело в том, что при фитопатологической экспертизе в условиях влажной камеры возбудитель не выделяется, для его выделения используют метод «питательная среда», что не всегда возможно в лабораторных условиях. Это говорит о несовершенстве метода определения зараженности семян льна болезнями.

Таким образом, в области методов фитоэкспертизы главная цель — это совершенствование существующих методов и разработка новых, более совершенных, менее трудоемких, сокращающих затраты труда и времени на проведение анализа, но не в ущерб качеству фитопатологической экспертизы семян.

Выводы

В результате работы по фитосанитарной экспертизе семян льна 21 сорта в течение 6 лет выявлен видовой состав патогенной и сапрофитной микрофлоры, включающий 17 видов грибов и 3 вида бактерий. Наиболее часто встречаются следующие патогены: *Ozonium vinogradovi*, *Bacillus macerans*. Доминирующими сапрофитными видами были *Alternaria tenuis* и *Penicillium glaucum*. Групповую устойчивость к семенной инфекции фузариоза, антракноза и ауреобазидиоза показали сорта Дипломат, Цезарь, Александрит, Алексим, Тонус, Надежда и Лидер. Минимальная инфекционная нагрузка патогенной микрофлорой из всего набора сортов была отмечена на сорте Тверской (14,7%).

Работа выполнена при поддержке Министерства высшего образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания Федерального научного центра лубяных культур (№ FGSS 0477-2019-0016).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А., Савоськин О. А. [и др.]. Модернизация инструментария, инновационный подход к оценке и стабилизации фитосанитарной обстановки в льноводстве. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сборник материалов научно-практической конференции*. Тверь, 2018. С. 183-190.
2. Павлова Л. Н., Рожмина Т. А., Герасимова Е. Г., Румянцев В. Н., Киселева Т. А. Селекционная работа во ВНИИЛ: результаты и направления. *Льноводство: современное состояние и перспективы развития: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Томской школы селекции льна*. Томск, 2017. С.64-69.
3. Лошакова Н. И., Синцова О. В. Методические рекомендации по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к фузариозному побурению. Издательство: *Тверской государственный университет*. 2011.11с.
4. Stafecka I., Grauda D., Stramkale S., The evaluation of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019: 106 (4): 367-375. DOI: 10.13080/z-a. 2019.106.047.
5. Кудрявцев Николай, Зайцева Людмила, Голубков Дмитрий, Мигачев Дмитрий, Бородин Александр. Эффективность высокомолекулярного препарата артафит российского производства при возделывании льна и конопли. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2017: 3: 40-43. International Agricultural Journal. ISSN 0235-7801.
6. Chend I., Tang Xiaoyu, Gao Chunshed, Lu Lhimin, Chen Jia, Guo Litao, Wang Tuhong Xu Jianping. Molecular diagnostics and pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops. *Patagens*. 2020: 9(3): 223-242. DOI: 10.3390/patagens9030223.
7. Novakovskiy R.O., Dvorianinova E.M., Rozhmina T.A., Pushkova E.N., Povkhova L.V., Snezhkina A.V., Krasnov G.S., Kudryavtseva A.V., Melnikova N.V., Dmitriev A.A., Gryzunov A.A. Data on genetic polymorphism of flax *Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of Fusarium, Colletotrichum, Aureobasidium, Septoria and Melampsora genera. *Data in Brief*. 2020: 31 Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
8. Кудрявцева Л. П. Рожмина Т. А., Соколова Н. С. Особенности наследования признака устойчивости льна к антракнозу. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2016:4 (36): 21-24.
9. Лазарев А.М. Диагностика бактериоза льна. СПб.: *Научное издание. RIZO-печать*. 2010: 35с.
10. Сираева З. Ю. Фитосанитарное состояние семенного фонда зерновых культур. *Нива Урала*. 2020: 2: 26-28.
11. ГОСТ 12044 - 93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Минск, 1993. 57с.
12. Лошакова Н. И., Крылова Т. В., Кудрявцева Л. П. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. Москва: *Издательство РАСХН*. 2000. 26с.
13. Лошакова Н. И., Крылова Т. В., Кудрявцева Л. П. Коллекция микроорганизмов – возбудителей болезней льна: методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию. Торжок: ВНИИЛ. 2006. 12 с.
14. Билай В. И. Фузариоз. Киев: изд-во: *Наукова думка*. 1977. 440 с.
15. Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т.2. Грибы несовершенные. Киев: *Наукова думка*. 1977. 443с.

ОБ АВТОРЕ:

Кудрявцева Людмила Платоновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, старший научный сотрудник Федерального научного центра лубяных культур
ORCID-0000-0001-8425-6502; Author ID 770951

REFERENCES

1. Kudryavtsev N. A., Zaytseva L. A., Savos'kin O. A. [i dr.]. Modernization instrument, innovatsionnyy podkhod k otsenge i stabilizatsii fitosanitarney obstanovki v l'novodstve. *Nauchnoye obespecheniye proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyaniye, problemy i perspektivy: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Tver', 2018. S. 183-190 (in Russ.).
2. Pavlova L. N., Rozhmina T. A., Gerasimova YE. G., Rummyantseva V. N., Kiseleva T. A. Breeding work at VNIIL: results and directions. *L'novodstvo: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya: materialy mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 80-letiyu Tomskoy shkoly selektsii l'na*. Tomsk, 2017. S.64-69 (in Russ.).
3. Loshakova N. I., Sintsova O. V. Methodological recommendations for the phytopathological assessment of the resistance of flax to fusarium browning. *Izdatel'stvo: Tverskoy gosudarstvennyy universitet*. 2011.11s. (in Russ.).
4. Stafecka I., Grauda D., Stramkale S., The evaluation of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019: 106 (4): 367-375. DOI: 10.13080/z-a. 2019.106.047.
5. Kudryavtsev Nikolay, Zaytseva Lyudmila, Golubkov Dmitriy, Migachev Dmitriy, Borodin Aleksandr. The effectiveness of the high-molecular drug artafit of Russian production in the cultivation of flax and hemp. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2017: 3: 40-43. International Agricultural Journal. ISSN 0235-7801. (in Russ.).
6. Chend I., Tang Xiaoyu, Gao Chunshed, Lu Lhimin, Chen Jia, Guo Litao, Wang Tuhong Xu Jianping. Molecular diagnostics and pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops. *Patagens*. 2020: 9(3): 223-242. DOI: 10.3390/patagens9030223.
7. Novakovskiy R.O., Dvorianinova E.M., Rozhmina T.A., Pushkova E.N., Povkhova L.V., Snezhkina A.V., Krasnov G.S., Kudryavtseva A.V., Melnikova N.V., Dmitriev A.A., Gryzunov A.A. Data on genetic polymorphism of flax *Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of Fusarium, Colletotrichum, Aureobasidium, Septoria and Melampsora genera. *Data in Brief*. 2020: 31 Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
8. Kudryavtseva L. P. Rozhmina T. A., Sokolova N. S. Features of inheritance of a sign of flax resistance to anthracnose. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya*. 2016:4 (36): 21-24. (in Russ.).
9. Lazarev A.M. Diagnosis of flax bacteriosis. SPb.: *Nauchnoye izdaniye. RIZO-pechat'*. 2010: 35s. (in Russ.).
10. Sirayeva Z. Y. Phytosanitary condition of the seed fund of grain crops. *Niva Urala*. 2020: 2: 26-28. (in Russ.).
11. GOST 12044 - 93. Seeds of agricultural crops. Methods for determining infection with diseases. Minsk, 1993. 57s. (in Russ.).
12. Loshakova N. I., Krylova T. V., Kudryavtseva L. P. Methodological guidelines for the phytopathological assessment of the resistance of flax to diseases. Moskva: *Izdatel'stvo RASKHN*. 2000. 26s. (in Russ.).
13. Loshakova N. I., Krylova T. V., Kudryavtseva L. P. Collection of microorganisms - pathogens of flax diseases: methodological recommendations for the creation, maintenance, storage and practical use. Torzhok: VNIIL. 2006. 12 s. (in Russ.).
14. Bilay V. I. Fuzarii. Kiyev: izd-vo: *Naukova dumka*. 1977. 440 s. (in Russ.).
15. Pidoplichko N. M. Fungi are parasites of cultivated plants. Determinant. Vol.2. Mushrooms are imperfect. Kiyev: *Naukova dumka*. 1977. 443s. (in Russ.).

ABOUT THE AUTHOR:

Kudryavtseva Lyudmila Platonovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Breeding Technology, Senior Researcher of the Federal Scientific Center of Bast Cultures
ORCID-0000-0001-8425-6502; Author ID 770951

УДК 631.8:631.445.21:631.582

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-87-92>

исследования/ research

**Чеботарев Н.Т.,
Броварова О.В.***Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского
Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, ул. Ручейная, д. 27,
г. Сыктывкар, Российская Федерация, 167023*

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, обменная кислотность, гидролитическая кислотность, дерново-подзолистая почва, картофель, однолетние травы, многолетние травы

Для цитирования: Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на продуктивность агроценозов Европейского Северо-Востока. *Аграрная наука*. 2022; 359 (5): 87–92.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-87-92>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Nikolai T. Chebotarev,
Olga V. Brovarova***Institute of Agrobiotechnology named
A.V. Zhuravsky of Komi Scientific Centre of the
Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Rucheynaya st., 27, Syktывkar, Russian Federation,
167023*

Key words: organic and mineral fertilizers, exchange acidity, hydrolytic acidity, sod-podzolic soil, potatoes, annual grasses, perennial grasses

For citation: Chebotarev N.T., Brovarova O.V. The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the productivity of agroecosystems of the European Northeast. *Agrarian Science*. 2022; 359 (5): 87–92. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-87-92>

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

The authors declare no conflict of interest.

Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на продуктивность агроценозов Европейского Северо-Востока

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В почвенном покрове Республики Коми преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы, которые характеризуются очень низким естественным плодородием, поэтому для широкого воспроизводства плодородия и продуктивности этих почв необходимо применять известкование, органические и минеральные удобрения.

Методы. Исследования по использованию различных систем удобрения в кормовом севообороте проводили в 1978–2020 гг. на дерново-подзолистой легко-суглинистой среднеоккультуренной почве по методике Б.А. Доспехова. Кормовой севооборот имел следующее чередование культур: 1 — картофель; 2 — вико-овсяная смесь с подсевом многолетних трав; 3 — многолетние травы 1-го года пользования; 4 — многолетние травы 2-го года пользования; 5 — вико-овсяная смесь; 6 — картофель. Органические удобрения в виде торфопавового компоста (ТНК) вносили два раза за ротацию севооборота — под картофель, минеральные в форме N_{aa} , P_{sd} и K_x при основной обработке почвы, при возделывании многолетних трав, а также при весенней подкормке растений. Для восполнения выноса элементов питания урожаями сельскохозяйственных культур ежегодные дозы минеральных удобрений составили под картофель — $N_{60}P_{30}K_{180}$, вико-овсяную смесь — $N_{40}P_{32}K_{116}$, многолетние травы (клевер луговой + тимopheвка луговая) — $N_{40}P_{32}K_{108}$. В опыте также использовали пониженные дозы (1/2 и 1/3 от полной дозы NPK).

Результаты. Установлено, что комплексное применение удобрений наиболее эффективно воздействовало на свойства дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество сельскохозяйственных культур кормового севооборота. Наиболее значимые результаты получены при использовании высокой дозы (80 т/га) ТНК и полной дозы NPK. Содержание гумуса повысилось на 0,5%, обменная кислотность снизилась до 6,8 ед. pH_{KCl} , гидролитическая кислотность — 0,6 ммоль/100 г почвы, количество подвижного фосфора составило 312 мг/кг и обменного калия — 164 мг/кг почвы. Получена значительная средняя урожайность сельскохозяйственных культур: картофеля — 7,0 т/га, однолетних трав — 4,4 т/га и многолетних трав — 6,2 т/га сухого вещества с высоким качеством.

The effect of long-term use of organic and mineral fertilizers on the productivity of agroecosystems of the European Northeast

ABSTRACT

Relevance. The soil cover of the Komi Republic is dominated by podzolic and sod-podzolic soils, which are characterized by very low natural fertility, therefore, liming, organic and mineral fertilizers must be used to widely reproduce the fertility and productivity of these soils.

Methods. The fodder crop rotation had the following alternation of crops: 1 — potatoes; 2 — vico-oat mixture with sowing of perennial grasses; 3 — perennial grasses of the 1st year of use; 4 — perennial grasses of the 2nd year of use; 5 — vico-oat mixture; 6 — potatoes. Organic fertilizers in the form of peat-manure compost (TNK) were introduced twice during the rotation of the crop rotation — for potatoes, mineral fertilizers in the form of N_{aa} , P_{sd} and K_x during basic tillage, during the cultivation of perennial grasses, as well as during spring fertilizing of plants. To replenish the removal of nutrients by crops, annual doses of mineral fertilizers were $N_{60}P_{30}K_{180}$ for potatoes, $N_{40}P_{32}K_{116}$ for vico-oat mixture, and $N_{40}P_{32}K_{108}$ for perennial grasses (Trifolium pratense + Phleum pratense). In the experiment were also used reduced doses (1/2 and 1/3 of the full dose of NPK).

Results. The humus content increased by 0.5%, the exchange acidity decreased to 6.8 units of pH_{KCl} , the hydrolytic acidity was 0.6 mmol/100 g of soil, the amount of mobile phosphorus was 312 mg/kg and the exchange potassium was 164 mg/kg of soil. A significant average yield of agricultural crops was obtained: potatoes — 7.0 t/ha, annual grasses — 4.4 t/ha and perennial grasses — 6.2 t/ha of dry matter with high quality.

Поступила: 5 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 5 April 2022
Accepted: 11 May 2022

Введение

Проблема повышения продуктивности агроценозов Европейского Северо-Востока требует неотложного решения вопросов сохранения и повышения плодородия почв, сокращения материальных и энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Для Республики Коми (РК) характерны прохладное и короткое лето, поздние весение и ранние осенние заморозки, что ослабляет рост растений и снижает потребление питательных веществ [1, 2]. На пахотных угодьях РК представлены в основном дерново-подзолистые почвы, для которых характерно очень низкое естественное плодородие [2, 3]. При резком сокращении объемов применения удобрений и химических мелиорантов они быстро подвергаются деградационным процессам, что сопровождается снижением содержания почвенного органического вещества (ПОВ), питательных веществ и ухудшением физико-химических свойств. Для широкого воспроизводства продуктивности агроценозов РК требуется: совершенствование технологий сохранения и воспроизводства плодородия почв; возделывание сельскохозяйственных культур, адаптированных к региональным почвенно-климатическим условиям [4, 5]; переход от зональной системы земледелия к адаптивно-ландшафтному земледелию и биологизированному кормопроизводству [6–9].

В связи с недостаточными ресурсами органических удобрений и высокой стоимостью минеральных, в повышении плодородия почв возрастает роль севооборотов с высокой насыщенностью однолетними и многолетними травами, позволяющими без значительных затрат повышать продуктивность культур [10–13] при высоком качестве сельскохозяйственной продукции [14]. Наиболее полно изучить возможность применения таких севооборотов и оценить влияние вносимых доз удобрений на продуктивность и качество продукции, рациональное использование материальных ресурсов и возмещение в почву элементов питания и органического вещества позволяют длительные полевые опыты [11, 15, 16, 17–20], один из которых, заложенный на землях Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми НЦ УрО РАН, послужил основой для проведения данных исследований. Изучение применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте проводилось более 40 лет [11, 16, 18]. Такой подход является важным резервом обеспечения воспроизводства плодородия и продуктивности дерново-подзолистых почв в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Республики Коми.

Цель исследований — установить эффективность комплексного применения органических и минеральных удобрений, рассчитанных по выносу элементов питания, на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур в кормовом шестипольном севообороте.

Методика

Исследования по использованию различных систем удобрения в кормовом севообороте проводили в 1978–2020 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднеокультуренной почве по методике Б.А. Доспехова [21].

Агрохимические показатели почвы и схема опыта представлены в таблице 1.

Кормовой севооборот имел следующее чередование культур: 1 — картофель; 2 — вико-овсяная смесь с подсевом многолетних трав; 3 — многолетние травы 1-го

года пользования; 4 — многолетние травы 2-го года пользования; 5 — вико-овсяная смесь; 6 — картофель.

Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили два раза за ротацию севооборота — под картофель, минеральные в форме N_{aa} , P_{cd} и K_x при основной обработке почвы, при возделывании многолетних трав — при весенней подкормке.

Средние агрохимические показатели ТНК были следующие: pH_{KCl} — 7,2–7,6, сухое вещество — 26–30%, зольность — 20–24%, содержание общего азота — 0,52–0,60%, общего фосфора — 0,5–0,56%, общего калия — 0,42–0,48%. Для восполнения выноса элементов питания урожаями сельскохозяйственных культур ежегодные дозы минеральных удобрений составили под картофель — $N_{60}P_{30}K_{180}$, вико-овсяную смесь — $N_{40}P_{32}K_{116}$, многолетние травы (клевер луговой + тимофеевка луговая) — $N_{40}P_{32}K_{108}$. В опыте также использовали пониженные дозы (1/2 и 1/3 от полной дозы NPK). Планируемая урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси — 20,0 т/га, многолетних трав — 15,0 т/га и картофеля — 15,0 т/га.

Сорта исследуемых культур: картофель — Зырянец, овес — Горизонт, вика — Льговская 22, клевер луговой — Трио, тимофеевка луговая — Северодвинская.

Повторность опыта — четырехкратная, площадь опытной делянки — 100 м². Учет урожайности — сплошной, поделаноочный.

В работе использовали следующие методы анализа:

— гумуса в почве — по ГОСТ 26213-91; общего азота — по ГОСТ 26107-84; гидролитической кислотности — по ГОСТ 27821-88; pH в солевой вытяжке — по ГОСТ 26207-91; валовой анализ биофильных элементов в почве и удобрениях — адсорбционным и рентгено-флюоресцентным (VRA-33) методами;

— в растениях: азота общего — фотоколориметрическим методом, сырой клетчатки — по Геннебергу и Штоману (1969); сырой золы — сухим озолением в муфельной печи, фосфора — по ГОСТ 26657-97 фотометрическим методом, калия — на пламенном фотометре после сухого озоления, кальция — трилонометрически; кормовых единиц, БЭВ, сырого протеина — расчетным методом, нитратного азота — ионоселективным методом; азота и углерода — методом газовой хроматографии.

Результаты

Длительное применение органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте оказало существенное влияние на изменение основных агрохимических свойств дерново-подзолистой, легкосуглинистой почвы (табл. 1). Наиболее значимым было увеличение содержания гумуса при совместном внесении органических и минеральных удобрений (на 0,2–0,5%) по сравнению с исходным его количеством. При внесении одних минеральных удобрений содержание гумуса в почве за период использований изменилось незначительно (убыль 0,1–0,4%), так как источником накопления углерода в почве при внесении NPK являются только корневые и пожнивные остатки возделываемых культур, чего явно недостаточно для расширенного воспроизводства органического вещества почвы.

В вариантах с минеральными удобрениями и без удобрений отмечено незначительное подкисление почвы (на 0,1–0,3 ед. pH_{KCl}) за счет использования физиологически кислых минеральных удобрений, выноса и вымывания кальция и магния из почвы и замещения их ио-

Таблица 1. Изменение агрохимических свойств почвы (0–20 см) под действием удобрений в кормовом севообороте (1978–2020 гг.)

Table 1. Changes in the agrochemical properties of the soil (0–20 cm) under the action of fertilizers in the feed crop rotation (1978–2020)

№ п/п	Вариант	Гумус		pH _{KCL}		Сумма поглощен- ных оснований (S)		Гидролитическая кислотность (Hr)		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		%		ед. pH		ммоль/100 г почвы				мг/кг почвы			
		1978 г.	2020 г.	1978 г.	2020 г.	1978 г.	2020 г.	1978 г.	2020 г.	1978 г.	2020 г.	1978 г.	2020 г.
1.	Контроль	2,1	2,7	5,5	5,2	9,2	10,7	3,1	2,8	223	302	146	128
2.	1/3 NPK	2,3	2,4	5,6	5,3	9,8	10,4	3,7	2,6	193	293	148	115
3.	1/2 NPK	2,5	2,4	5,6	5,4	10,2	10,8	3,4	2,4	187	286	152	131
4.	1 NPK	2,5	2,1	5,4	5,3	11,1	12,2	3,4	2,4	201	311	156	150
5.	ТНК 40 т/га — фон 1	2,5	2,4	5,2	5,5	11,6	12,4	3,7	2,5	211	347	148	114
6.	Фон 1 + 1/3 NPK	2,4	2,6	5,3	5,4	10,8	12,5	3,7	2,6	211	306	162	104
7.	Фон 1 + 1/2 NPK	2,4	2,6	5,2	5,5	11,5	13,3	3,4	2,2	246	303	178	129
8.	Фон 1 + 1 NPK	2,1	2,5	4,8	5,5	10,6	12,4	3,2	2,2	184	321	181	104
9.	ТНК 80 т/га — фон 2	2,4	2,6	5,3	5,8	9,8	12,5	3,8	1,9	201	383	170	113
10.	Фон 2 + 1/3 NPK	2,0	2,3	5,1	6,3	10,3	13,6	3,9	1,8	180	338	173	113
11.	Фон 2 + 1/2 NPK	2,1	2,4	5,2	6,8	11,4	13,4	4,4	1,1	240	320	185	131
12.	Фон 2 + 1NPK	2,3	2,8	5,3	6,8	10,6	13,8	3,6	0,6	227	312	190	164

нами водорода и алюминия. Подобная закономерность отмечена и по гидролитической кислотности.

При совместном применении высоких доз ТНК и NPK содержание подвижных форм фосфора повысилось на 20–80 мг/кг за счет минерализации органического удобрения, корнепоживных остатков сельскохозяйственных культур, а также неполного использования растениями фосфора из удобрений на холодных почвах Севера [22]. Минерализация органического вещества проходила под действием микроорганизмов, для которых минеральный азот служил питательной средой, что позволило ускорить переход элементов питания в доступную для растений форму.

Особенностью почвообразовательного процесса в дерново-подзолистых почвах является промывной тип водного режима в условиях превышения количества осадков над испарением. В результате почвы обедняются основаниями. Этому способствуют также кислые продукты разложения растительных остатков и дожди. Кроме того, ежегодно с урожаями культур из почвы отчуждается значительное количество кальция и магния.

Процесс подкисления дерново-подзолистых почв усиливается при интенсивном использовании физиологически кислых минеральных удобрений, особенно аммиачной селитры и хлористого калия, которые применяли в нашем опыте. Так, если при закладке опыта (1978 г.) pH_{KCL} составлял 4,8–5,6, то к 2017 г. обменная кислотность повысилась до pH 4,2–4,7.

Для снижения кислотности почвы опытного участка в 2018 г. проведено известкование по полной гидролитической кислотности (Hr — 5,0 ммоль/100 г почвы).

В результате этого агроприема в 2020 г. снизилась обменная кислотность до 5,3–6,8 ед. pH_{KCL} и гидролитическая — до 0,6–2,6 ммоль/100 г почвы. Содержание гумуса увеличилось до 2,1–2,8%, количество подвижного фосфора составило 286–383 мг/кг почвы.

Длительные исследования показали, что оптимальным приемом удобрения культур в кормовом севообороте является периодическое (2 раза за 6 лет — ро-

тацию севооборота) применение 80 т/га ТНК и NPK. В среднем за три ротации севооборота получены средние значительные урожаи культур: картофеля — 7,0 т/га, однолетних трав — 4,4 т/га, многолетних трав — 6,2 т/га сухого вещества, что превышало контроль на 62,7, 100,0 и 106,6% соответственно (табл. 2).

Исследования показали, что урожайность культур повышалась в зависимости от улучшения плодородия почвы в результате комплексного применения удобрений. Химический состав растений в меньшей степени зависел от указанных факторов.

Системы удобрений в разной степени влияли на химический состав возделываемых культур. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля на минеральном фоне составило 18,1–18,6%, органическом — 18,3–18,7% и органоминеральном — 17,2–17,9%; на контроле — 19,4%. Содержание сырого протеина с увеличением доз NPK повышалось до 8,8–9,4%, на контроле — 8,1%. Количество фосфора, калия в продукции повышалось незначительно. Содержание крахмала в клубнях картофеля было 12,7–13,0%, на контроле — 13,3%. Содержание нитратов в продукции варьировало от 72 до 136 мг/кг сырой массы и не превышало ПДК (250 мг/кг сырой массы) (табл. 3). Количество сухого вещества в однолетних травах изменялось незначительно (19,1–19,6%), на контроле — 20,5%. Содержание сырого протеина на минеральном фоне составило 14,4–15,0%, органическом — 13,1–14,4, без удобрений — 11,2%.

Содержание фосфора и кальция по вариантам опыта также изменялось незначительно. С увеличением доз NPK содержание калия в продукции однолетних трав повышалось до 2,8–3,3%, в контроле — 2,4%.

Процентное соотношение сухого вещества в продукции многолетних трав изменялось незначительно (25,2–26,8%), в контроле — 26,0%. Количество фосфора, калия и кальция по вариантам опыта изменялось незначительно и составило в среднем за две ротации: фосфора — 0,28–0,31%, калия — 2,3–2,5% и кальция — 0,64–0,68% (табл. 4).

Таблица 2. Влияние удобрений на сбор сухого вещества культурами кормового севооборота, т/га

Table 2. The effect of fertilizers on the collection of dry matter by fodder crop rotation crops, t/ha

Вариант	Ротация севооборота			В среднем за 3 рота ции	Прибавка к контролю, %
	V 2002–2007 гг.	VI 2008–2013 гг.	VII 2014–2020 гг.		
Картофель					
Контроль	3,2	5,2	4,5	4,3	—
1/3 NPK	3,5	5,3	5,4	4,7	9,3
1/2 NPK	4,5	5,5	5,8	5,3	23,2
1 NPK	4,7	5,8	5,9	5,5	27,9
ТНК 40 т/га — фон 1	4,1	5,1	5,5	4,9	13,9
Фон 1 + 1/3 NPK	4,2	6,2	6,0	5,5	27,9
Фон 1 + 1/2 NPK	4,3	6,5	6,6	5,8	34,8
Фон 1 + 1 NPK	4,9	6,7	7,1	6,2	44,1
ТНК 80 т/га — фон 2	4,4	7,3	6,6	6,1	41,8
Фон 2 + 1/3 NPK	4,8	7,2	7,1	6,4	48,8
Фон 2 + 1/2 NPK	5,2	7,6	7,4	6,7	55,8
Фон 2 + 1 NPK	5,6	7,8	7,7	7,0	62,7
НСП _{0,5}	0,48	0,58	0,63		
Однолетние травы					
Контроль	2,1	2,2	2,4	2,2	—
1/3 NPK	2,4	2,6	2,9	2,6	18,1
1/2 NPK	2,6	2,8	3,4	2,9	31,8
1 NPK	3,0	3,2	4,0	3,4	54,5
ТНК 40 т/га — фон 1	2,7	2,9	3,2	2,9	31,8
Фон 1 + 1/3 NPK	3,1	3,0	3,9	3,3	50,0
Фон 1 + 1/2 NPK	3,3	3,2	4,1	3,5	59,0
Фон 1 + 1 NPK	3,6	3,4	4,5	3,8	72,7
ТНК 80 т/га — фон 2	3,2	3,3	3,6	3,4	54,5
Фон 2 + 1/3 NPK	3,6	3,5	4,2	3,8	72,7
Фон 2 + 1/2 NPK	3,9	3,8	4,4	4,0	81,8
Фон 2 + 1 NPK	4,5	4,2	4,6	4,4	100,0
НСП _{0,5}	0,38	0,35	0,41		
Многолетние травы					
Контроль	2,8	2,6	3,5	3,0	—
1/3 NPK	3,6	3,4	5,0	4,0	33,3
1/2 NPK	3,9	3,7	5,7	4,4	46,6
1 NPK	4,2	3,9	6,8	5,0	66,6
ТНК 40 т/га — фон 1	3,8	3,5	5,6	4,4	46,6
Фон 1 + 1/3 NPK	4,0	3,8	5,8	4,5	50,0
Фон 1 + 1/2 NPK	4,2	4,3	7,4	5,3	76,6
Фон 1 + 1 NPK	4,3	4,6	8,3	5,7	90,0
ТНК 80 т/га — фон 2	4,1	3,9	6,2	4,7	56,6
Фон 2 + 1/3 NPK	4,2	4,6	6,9	5,2	73,3
Фон 2 + 1/2 NPK	4,3	5,0	7,9	5,7	90,0
Фон 2 + 1 NPK	4,5	5,4	8,6	6,2	106,6
НСП _{0,5}	0,38	0,42	0,64		

Таблица 3. Действие удобрений на химический состав клубней картофеля (в среднем за 3 ротации севооборота), % на сухое вещество

Table 3. Effect of fertilizers on the chemical composition of potato tubers (on average for 3 rotations of crop rotation), % on dry matter

Вариант	Сухое вещество	Азот	Сырой протеин	Фосфор	Калий	Кальций	Крахмал	Нитраты, мг/кг сырой массы
Контроль	19,4	1,3	8,1	0,33	3,2	0,06	13,3	52
1/3 NPK	18,6	1,5	9,4	0,34	3,3	0,11	13,1	72
1/2 NPK	18,4	1,4	8,8	0,35	3,4	0,13	13,2	84
1 NPK	18,1	1,5	9,4	0,34	3,6	0,12	12,9	92
ТНК 40 т/га — фон 1	18,7	1,5	9,4	0,31	3,5	0,12	12,7	84
Фон 1 + 1/3 NPK	17,9	1,4	8,8	0,33	3,6	0,13	12,8	93
Фон 1 + 1/2 NPK	17,6	1,5	9,4	0,36	3,4	0,12	12,9	99
Фон 1 + 1 NPK	17,4	1,6	10,0	0,33	3,5	0,12	12,7	112
ТНК 80 т/га — фон 2	18,3	1,4	8,8	0,35	3,7	0,13	13,0	96
Фон 2 + 1/3 NPK	17,3	1,4	8,8	0,32	3,6	0,11	12,8	112
Фон 2 + 1/2 NPK	17,4	1,6	10,0	0,36	3,5	0,11	12,9	121
Фон 2 + 1N PK	17,2	1,5	9,4	0,34	3,6	0,12	12,8	136

Таблица 4. Действие удобрений на химический состав однолетних и многолетних трав (в среднем за 3 ротации севооборота)

Table 4. The effect of fertilizers on the chemical composition of annual and perennial grasses (on average for 3 rotations of crop rotation)

Вариант	Сухое вещество	Азот	Сырой протеин	Фосфор	Калий	Кальций
Контроль	20,5/26,0	1,8/1,3	11,2/8,1	0,32/0,27	2,4/2,3	0,51/0,61
1/3 NPK	19,5/25,6	2,4/1,5	15,0/9,4	0,33/0,30	2,9/2,4	0,58/0,64
1/2 NPK	19,6/26,0	2,3/1,6	14,4/10,0	0,34/0,32	3,1/2,5	0,54/0,65
1 NPK	19,1/25,7	2,4/1,6	15,0/10,0	0,34/0,30	3,0/2,4	0,58/0,64
ТНК 40 т/га — фон 1	19,6/26,4	2,3/1,4	14,4/8,8	0,32/0,28	2,8/2,3	0,57/0,68
Фон 1 + 1/3 NPK	19,3/25,6	2,3/1,5	14,4/89,4	0,33/0,29	3,2/2,4	0,56/0,67
Фон 1 + 1/2 NPK	19,6/25,5	2,4/1,6	15,0/10,0	0,34/80,30	3,0/2,5	0,56/0,66
Фон 1 + 1 NPK	19,2/25,5	2,3/1,6	14,4/10,0	0,33/0,31	3,1/2,4	0,55/0,65
ТНК 80 т/га — фон 2	19,8/26,8	2,1/1,4	13,1/8,8	0,34/0,30	3,2/2,3	0,58/0,66
Фон 2 + 1/3 NPK	19,4/25,7	2,2/1,6	13,7/10,0	0,33/0,28	3,3/2,4	0,57/0,68
Фон 2 + 1/2 NPK	19,2/25,3	2,3/1,7	14,4/10,6	0,35/0,29	3,2/2,5	0,58/0,69
Фон 2 + 1N PK	19,0/25,0	2,4/1,7	15,0/106	0,34/0,31	3,1/2,5	0,57/0,67

Примечание: в числителе — % на сухое вещество элементов питания в однолетних травах, в знаменателе — в многолетних травах.

Выводы

В результате мониторинга установлено, что оптимальной системой удобрений в среднетаежной зоне Европейского Северо-Востока на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве является совместное применение ТНК в дозе 80 т/га и полной дозы NPK. Приведенная система удобрений способствовала повышению плодородия почвы. Содержание гумуса в почве увеличилось на 0,5% и составило 2,8%. Поввысилось количество под-

вижного фосфора на 80 мг/кг почвы. Вместе с тем наблюдалось снижение содержания обменного калия (на 30 мг/кг), что указывает на его высокий вынос урожаями культур и вымывание по профилю почвы.

Органо-минеральная система удобрений способствовала получению значительных урожаев культур в шестипольном кормовом севообороте: картофеля — 7,0 т/га, однолетних трав — 4,4 т/га, многолетних трав — 6,2 т/га сухого вещества с высоким качеством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заболоцкая ТГ., Юдинцева ИИ., Кононенко АВ. Северный подзол и удобрения. Сыктывкар. 1978. 94 с.
2. Забоева ИВ. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. (Герасимова ИП. (ред.)). Сыктывкар. Коми книжное издательство. 1975. 344 с.
3. Заболоцкая ТГ. Биологический круговорот элементов в агроценозах и их продуктивность. Ленинград: Наука. 1985. 179 с.
4. Войтович НВ, Лобода БП. Оптимизация минерального питания в агроценозах Центрального Нечерноземья. Москва. НИИСХ ЦРНЗ. 2005. 194 с.
5. Нурлыгаянов РБ, Данилов ВП, Бекасова МВ. Адаптивное кормопроизводство как экологический аспект формирования сельскохозяйственных угодий. Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2010;4(5): 45–47.
6. Сысоев ВА. Приоритеты и проблемы аграрной науки на Евро-Севере Востоке России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;3(46): 4–9
7. Исаичева УА, Труфанов АМ. Эффективность биологизации систем удобрения в оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;1(135): 43–47.
8. Пегова НА, Холзаков ВМ. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;1(44): 35–40
9. Дмитриев ВИ. Однолетние кормовые культуры в полеводческом кормопроизводстве Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014;2: 12–14
10. Мерзлая ГЕ, Зябкина ГА, Фомкина ТП, Козлова АВ. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимия. 2012;2: 37–46.
11. Чеботарев НТ. Об эффективности использования удобрений при возделывании кормовых культур в условиях Республики Коми. Кормопроизводство. 2012;8: 32–33.
12. Ekschmitt K., Liu M., Fox O. Strategies used by soil biota to overcome soil organic matter stability – why is dead organic matter left over in the soil. Zeoderma. 2005;128(1): 167–176
13. Минеев ВГ, Гомонова НФ, Овчинникова МФ. Плодородие и биологическая активность дерново-подзолистой почвы при длительном применении и их последствиях. Агрохимия. 2004;7: 5–10.
14. Лапа ВВ, Босак ВН, Пироговская ГВ. Влияние органо-минеральной системы удобрения на продуктивность севооборота и баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах. Агрохимия. 2009;2: 40–44
15. Измestyev ВМ, Свечников АК. Влияние длительного применения минеральных удобрений на продуктивность кормовых севооборотов. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;1 (44): 29–34
16. Чеботарев НТ, Юдин АА. Динамика плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы под действием длительного применения удобрений в условиях Республики Коми. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(2): 11–15
17. Чеботарев НТ. Роль севооборота и удобрений в воспроизводстве плодородия подзолистых почв Республики Коми. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005;7: 35–38
18. Козлова ЛМ. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации земледелия в Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014;2 (39): 30–38
19. Козлова ЛМ, Рубцова НЕ, Соболева НН. Трансформация органического вещества агродерновоподзолистых почв Евро-Северо-Востока. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;6 (49): 47–53
20. Лошаков ВГ. Севооборот и плодородие почвы. Москва. Издательство ВНШ. 2012. 512 с. [Loshakov VG. The City of Crop rotation and soil fertility. Moscow. VASHA Publishing House. 2012. 512 p (In Russ.)]
21. Доспехов БА. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва. Агропромиздат. 1985. 315 с.
22. Журбицкий ЗИ. Влияние внешних условий на минеральное питание растений. Агрохимия. 1965;3:65–75

ОБ АВТОРАХ:

Чеботарев Николай Тихонович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Броварова Ольга Владиславовна, кандидат химических наук, научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

REFERESES

1. Zabolotskaya TG., Yudinseva II., Kononenko AV. Northern podzol and fertilizers. Syktyvkar. 1978. 94 p. (In Russ.)
2. Zaboieva IV. Soils and land resources of the Komi ASSR. (Gerasimova IP. (ed.)). Syktyvkar. Komi Book Publishing House. 1975. 344 p. (In Russ.)
3. Zabolotskaya TG. The biological cycle of elements in agroecosystems and their productivity. Leningrad: Nauka. 1985. 179 p. (In Russ.)
4. Voitovich NV, Loboda BP. Optimization of mineral nutrition in agroecosystems of the Central Non-Chernozem region. Moscow. NIISX CRNZ. 2005. 194 p. (In Russ.)
5. Nurlygayanova RB, Danilov VP, Bekasova MV. Adaptive feed production as an ecological aspect of the formation of agricultural land. Economics, labor, management in agriculture. 2010;4(5): 45–47 (In Russ.)
6. Sysuev VA. Priorities and problems of agricultural science in the Euro-North-East of Russia. Agrarian science of the Euro-North-East. 2015;3(46): 4–9 (In Russ.)
7. Isaicheva UA, Trufanov AM. The effectiveness of biologization of fertilizer systems in optimizing the humus state of sod-podzolic sandy loam soil. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2016;1(135): 43–47 (In Russ.)
8. Pegova NA, Kholzakov VM. Resource-saving system for processing sod-podzolic soil. Agrarian science of the Euro-North-East. 2015;1(44): 35–40 (In Russ.)
9. Dmitriev VI. Annual fodder crops in the field feed production of the Omsk region. Bulletin of the Omsk State Agrarian University. 2014;2: 12–14 (In Russ.)
10. Merzlaya GE, Zybalkina GA, Fomkina TP, Kozlova AV. The effectiveness of long-term use of organic and mineral fertilizers on sod-podzolic light loamy soil. Agrochemistry. 2012;2: 37–46 (In Russ.)
11. Chebotarev NT. On the effectiveness of the use of fertilizers in the cultivation of forage crops in the conditions of the Komi Republic. Feed production. 2012;8: 32–33 (In Russ.)
12. Ekschmitt K., Liu M., Fox O. Strategies used by soil biota to overcome soil organic matter stability – why is dead organic matter left over in the soil. Zeoderma. 2005;128(1): 167–176
13. Mineev VG, Gomonova NF, Ovchinnikova MF. Fertility and biological activity of sod-podzolic soil with prolonged use and their consequences. Agrochemistry. 2004;7: 5–10 (In Russ.)
14. Lapa VV, Bosak VN, Pirogovskaya GV. The influence of the organomineral fertilizer system on the productivity of crop rotation and the balance of humus in sod-podzolic soils. Agrochemistry. 2009;2: 40–44 (In Russ.)
15. Izmaystev VM, Svechnikov AK. The effect of long-term use of mineral fertilizers on the productivity of feed crop rotations. Agrarian science of the Euro-North-East. 2015;1 (44): 29–34 (In Russ.)
16. Chebotarev NT, Yudin AA. Dynamics of fertility and productivity of sod-podzolic soil under the influence of long-term use of fertilizers in the conditions of the Komi Republic. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2015; 29(2): 11–15 (In Russ.)
17. Chebotarev NT. The role of crop rotation and fertilizers in the reproduction of the fertility of podzolic soils of the Komi Republic. Agrarian science of the Euro-North-East. 2005;7: 35–38 (In Russ.)
18. Kozlova LM. Efficiency of field crop rotations at various levels of agricultural intensification in the Kirov region. Agrarian science of the Euro-North-East. 2014;2 (39): 30–38 (In Russ.)
19. Kozlova LM, Rubtsova NE, Soboleva NN. Transformation of organic matter of agro-grain podzolic soils of the Euro-North-East. Agrarian science of the Euro-North-East. 2015;6 (49): 47–53 (In Russ.)
20. Loshakov VG. The City of Crop rotation and soil fertility. Moscow. VASHA Publishing House. 2012. 512 p (In Russ.)
21. Dospekhov BA. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results. Moscow. Agropromizdat. 1985. 315 p (In Russ.)
22. Zhurbitsky ZI. The influence of external conditions on the mineral nutrition of plants. Agrochemistry. 1965;3:65–75 (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Chebotaryov Nikolai Tihonovich, Doctor of Agricultural Sciences of the Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravsky of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Brovarova Olga Vladislavovna, Candidate of Chemical Sciences, Researcher of the Institute of Agrobiotechnology named after A.V. Zhuravsky of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

УДК 633.854.78:632.954:631.58

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

исследования/ research

Гаджиумаров Р.Г.,
Джандаров А.Н.,
Дридигер В.К.

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Ключевые слова: технология, технология No-till, плотность почвы, дождевые черви, водопроницаемость, продуктивная влага, урожайность

Для цитирования: Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н., Дридигер В.К. Водопроницаемость и накопление влаги в почве при ее возделывании по технологии No-till. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 93–97.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Rasul G. Gadzhumarov,
Arsen N. Dzhandarov,
Victor K. Dridiger

North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, 356241, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Nikonova st., 49
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Key words: technology, no-till technology, surface density, earthworms, water permeability, productive moisture, productivity

For citation: Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N., Dridiger V.K. Water permeability and accumulation of moisture in the soil during its cultivation using the No-till technology. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 93–97. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-93-97>

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

The authors declare no conflict of interest.

Водопроницаемость и накопление влаги в почве при ее возделывании по технологии No-till

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии No-till в Ставропольском крае и других регионах нашей страны находит все большее распространение. Однако расширению этой технологии препятствуют опасения, что без обработки российские, в большинстве своем тяжелые по механическому составу почвы, могут переуплотниться, что приведет к ухудшению их физических свойств и, как следствие, снижению урожайности выращиваемых культур.

Методика. В 2013–2020 гг. на опытном поле Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, на черноземе обыкновенном проведены исследования, целью которых было установить влияние длительного применения технологии No-till на водопроницаемость и накопление влаги черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. В опыте изучали четырехпольный плодосменный севооборот: горох — озимая пшеница — подсолнечник — кукуруза. Все культуры севооборота в одном случае возделывали по рекомендованной научными учреждениями Ставропольского края технологии с обработкой почвы, в другом — по технологии No-till, в которой почва в течение двух ротаций севооборота (8 лет) не обрабатывалась.

Результаты и обсуждение. В течение двух ротаций севооборота в технологии No-till увеличивается водоустойчивость почвенных агрегатов; в ней в среднем за годы проведения опытов обитало 30,4 шт./м² дождевых червей, что в 4,0 раза больше, чем в обрабатываемой по рекомендованной технологии почве. Водопроницаемость чернозема обыкновенного в технологии No-till после восьми лет проведения исследований (осенью 2020 года) составила 7,18, а в обрабатываемой почве — 5,17 мм в минуту, что на 38,9% меньше. Эти показатели обеспечили накопление и сохранение к моменту цветения яровых культур и колошения озимой пшеницы по технологии No-till 133 мм продуктивной влаги в полуметровом слое почвы, по рекомендованной технологии — 101 мм.

Water permeability and accumulation of moisture in the soil during its cultivation using the No-till technology

ABSTRACT

Relevance. Cultivation of crops using No-till technology in the Stavropol Territory and other regions of our country is becoming more widespread. However, the expansion of this technology is hampered by fears that without tillage Russian soils, mostly heavy in mechanical composition, can overcompact, which will lead to a deterioration in their physical properties and, as a result, a decrease in the yield of cultivated crops.

Methods. In 2013–2020 on the experimental field of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, located in the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory, on ordinary chernozem studies were carried out, the purpose of which was to establish the effect of long-term use of the No-till technology on the water permeability and accumulation of moisture in ordinary heavy loamy chernozem of the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory. In the experiment, a four-field crop rotation was studied: peas — winter wheat — sunflower — corn. In one case, all crop rotation crops were cultivated according to the technology recommended by the scientific institutions of the Stavropol Territory with tillage, in the other case, according to the No-till technology, in which the soil was not cultivated for two crop rotations (8 years).

Results. During two rotations of crop rotation in the No-till technology, the water resistance of soil aggregates increases and, on average, over the years of the experiments, 30.4 pcs./m² of earthworms lived in it, which is 4.0 times more than in the soil cultivated according to the recommended technology. The water permeability of ordinary chernozem in No-till technology after eight years of research (in autumn 2020) was 7.18, and in cultivated soil — 5.17 mm per minute, which is 38.9% lower. These indicators ensured the accumulation and preservation of 133 mm of productive moisture in a one and a half meter soil layer by the time of flowering of spring crops and earing of winter wheat using the No-till technology, according to the recommended technology — 101 mm.

Поступила: 19 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 19 April 2022
Accepted: 11 May 2022

В мировом земледелии все большее распространение получает технология No-till, в которой почва механически не обрабатывается, а посев осуществляется специальными сеялками, которые способны прорезать растительные остатки предшествующей культуры и заделывать семена и удобрения в почву [1, 2]. Происходит это благодаря тому, что в этой технологии наблюдается улучшение физических свойств почвы [3, 4], в ней больше накапливается влаги [5, 6], что способствует росту урожайности возделываемых культур [7, 8].

В Российской Федерации освоению и расширению площади посева по технологии No-till, по мнению некоторых авторов [9, 10], препятствуют опасения, что без обработки российские, в большинстве своем тяжелые по механическому составу почвы, могут переуплотниться, что приведет к ухудшению их физических свойств и, как следствие, снижению урожайности выращиваемых культур и экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Одним из показателей успешного освоения технологии No-till является хорошая водопроницаемость почвы, которая обеспечивает защиту почв от водной эрозии [11, 12] и способствует большему накоплению влаги в почве, что положительно сказывается на урожайности возделываемых культур. Но водопроницаемость почвы во многом зависит от ее водно-физических свойств [13] и наличия в ней мезо- и макрофауны [14]. Поэтому целью наших исследований было установить влияние длительного применения технологии No-till на физические свойства, водопроницаемость и накопление влаги черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Методика

Исследования проводили на экспериментальном поле Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. За год здесь в среднем выпадает 558 мм осадков, сумма эффективных среднесуточных температур воздуха составляет 3306 °С. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный среднесуглинистый.

В опыте с 2013 года изучали четырехпольный плодосменный севооборот: горох — озимая пшеница — подсолнечник — кукуруза. Все культуры севооборота в одном случае возделывали по рекомендованной научными учреждениями Ставропольского края технологии с обработкой почвы (под озимую пшеницу — поверхностная, под остальные культуры — отвальная), в другом — по технологии No-till, в которой почва в течение двух ротаций севооборота (8 лет) не обрабатывалась.

Технологии возделывания изучаемых культур в опыте во время их вегетации (сроки посева и нормы высева, дозы внесения минеральных удобрений, способы борьбы с сорняками и вредителями) были одинаковыми, но в технологии No-till после уборки одной и до посева следующей культуры для уничтожения сорняков деланки опрыскивали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов. В рекомендованной технологии посев культур проводили сеялками, производящими заделку семян в обработанную почву, а в технологии No-till — сеялкой Gimetal, способной заделывать семена и удобрения в необработанную почву.

Во время проведения исследований общепринятыми в опытном деле методами определяли структуру, плотность почвы, водоустойчивость почвенных агрегатов

и накопление в почве влаги. После двух ротаций севооборота во всех вариантах опыта провели определение водопроницаемости почвы. Учет урожая проводили механизированным способом путем прокоса комбайном посередине деланки.

Метеорологические условия в годы проведения полевых опытов имели свои особенности и отличались по годам. Более влажными по количеству осадков были 2013, 2014, 2016 и 2017 гг., когда при климатической норме осадков 558 мм в год выпало от 626 до 652 мм. В 2015 и 2018 гг. их количество было близким к среднесезонным значениям (528 и 544 мм), засушливым был 2019 год — 380 мм и очень засушливым с большим дефицитом атмосферных осадков (307 мм) был 2020 год.

Результаты

В течение двух ротаций севооборота различия по плотности слоя почвы 0–30 см во время вегетации возделываемых культур между технологиями были незначительными и находились в пределах оптимальных значений для роста и развития сельскохозяйственных культур. В отдельные промежутки времени при наступлении атмосферной и почвенной засухи наблюдалось увеличение плотности почвы по обеим технологиям. Больше это наблюдалось под горохом, что мы связываем с относительно более слабо развитой стержневой корневой системой этого растения. Но это явление было временным, после выпадающих осадков плотность снижалась до оптимальных значений, и оно не оказывало существенного влияния на рост и развитие возделываемых культур.

За годы проведения исследований в технологии No-till наблюдалось небольшое увеличение агрегатов фракции 7–10 мм, что можно отнести к процессу восстановления структуры, так как эти структурные отдельности накапливались на фоне уменьшения доли глыбистых частиц, но в целом на структурное состояние почвы они существенного влияния не оказывали. Поэтому структура почвенных агрегатов чернозема обыкновенного от применения технологии No-till не изменилась и была такой же, как в рекомендованной технологии [16]. Вероятно, это объясняется существенной ролью кальция (гумус-кальциевых взаимодействий) в структурообразовании чернозема обыкновенного. Возможно, улучшение структуры этой почвы будет происходить при более длительном применении технологии No-till, что требует дальнейшего наблюдения и изучения этого процесса.

В то же время водоустойчивость почвенных агрегатов чернозема обыкновенного при применении технологии No-till существенно улучшилась по сравнению с рекомендованной технологией. По результатам мокрого просеивания средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов всех фракций сухих структурных отдельностей за годы исследований увеличился по сравнению с рекомендованной технологией на 0,3–0,6 мм, или на 16,7–18,8%.

Важную роль в улучшении водопроницаемости почв играют обитающие в ней дождевые черви [17], многочисленные ходы и норки которых в вертикальном и горизонтальном направлениях способствуют лучшему прониканию воды в почву, особенно во время дождей ливневого характера, которые в Ставропольском крае наблюдаются довольно часто.

В наших опытах в среднем за годы проведения опытов количество дождевых червей в слое почвы 0–20 см в технологии No-till было 30,4 шт./м², что в 4,0 раза боль-

ше, чем при рекомендованной технологии с обработкой почвы [18]. При этом в необрабатываемой почве обитало 4 вида дождевых червей — *Aporrectodea caliginosa*, *A. rosea*, *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*, тогда как на полянках с традиционной технологией встречался только один вид — *A. caliginosa* [19]. Это свидетельствует об экологической чистоте и безопасности среды обитания почвенной биоты, стабильности и устойчивости агроэкосистемы в технологии No-till.

В результате большого количества дождевых червей и улучшения физических свойств почвы, ее водопроницаемость при технологии No-till после второй ротации севооборота осенью 2020 года была больше, чем при рекомендованной технологии. За час наблюдений необработанная почва в среднем по всем культурам севооборота впитала 7,18 мм/мин., а обработанная почва — 5,17 мм/мин., что на 2,01 мм/мин., или на 38,9%, меньше (рисунок 1).

Водопроницаемость почвы существенно зависела не только от технологии возделывания, но и от возделываемых культур. В рекомендованной технологии более высокая проницаемость наблюдалась после уборки озимой пшеницы и кукурузы, обладающих мочковатой корневой системой, тогда как после гороха и подсолнечника со стержневой корневой системой она в среднем была на 1,40 мм/мин., или на 23,2%, меньше (таблица 1).

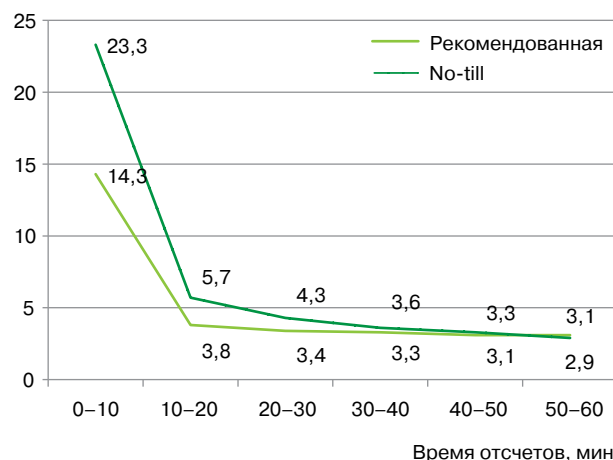
В технологии No-till водопроницаемость почвы главным образом зависела от срока уборки возделываемой культуры. Самая большая она после подсолнечника и кукурузы, убранных в третьей декаде сентября. После гороха и озимой пшеницы, убранных в июле месяце, водопроницаемость почвы существенно (на 3,04 мм/мин., или на 35,6%) меньше.

Чем продолжительнее в технологии No-till не произрастают культивируемые растения, тем водопроницаемость почвы хуже, что мы объясняем иссушением почвы из-за того, что в этот год после уборки гороха и озимой пшеницы с августа до середины октября при климатической норме 90 мм выпало всего 8 мм осадков. В результате почвенной засухи дождевые черви мигрировали в глубину почвенного профиля, почва уплотнилась, что и привело к снижению ее водопроницаемости.

При этом водопроницаемость почвы после озимой пшеницы выше, чем после гороха, хотя убирают их в одно и то же время. Обусловлено это наличием на поверхности почвы после уборки озимой пшеницы большого количества соломы и половы, которые плотным

Рис. 1. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость чернозема обыкновенного после двух ротаций севооборота, мм/мин. (15 октября 2020 г.)

Fig. 1. Influence of cultivation technology on the water permeability of ordinary chernozem after two rotations of crop rotation, mm/min. (October 15, 2020)



слоем укрывают почву от ветра и прямых солнечных лучей, тем самым сохраняя в ней влагу, которая обеспечивает благоприятные условия для обитания дождевых червей и предохраняет почву от уплотнения. Растительных же остатков гороха на поверхности после его уборки очень мало и они не обеспечивают ее защиту от физического испарения влаги в самые жаркие и засушливые август и сентябрь месяцы. По этой причине почва на глубине 10–20 см уплотняется до 1,30–1,35 г/см³, в слое 20–30 см — до 1,40–1,45 г/см³, что и является причиной существенного снижения ее водопроницаемости, которая в это время даже немного ниже, чем после уборки гороха в рекомендованной технологии.

Следует отметить, что после выпадения осадков почва после уборки гороха разуплотняется, в нее возвращаются дождевые черви и водопроницаемость восстанавливается. Поэтому в апреле 2021 года водопроницаемость чернозема обыкновенного после гороха, возделываемого по технологии No-till, была в течение всего времени наблюдений выше, чем в рекомендованной технологии (рисунок 2).

В зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края уплотнение и снижение водопроницаемости чернозема обыкновенного наблюдается при отсутствии

Таблица 1. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость почвы после уборки возделываемых культур, мм/мин. (15 октября 2020 г.)

Table 1. Influence of cultivation technology on soil water permeability after harvesting of cultivated crops, mm/min. (October 15, 2020)

Технология	Культура	Время отсчетов, минут						Среднее
		0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	
Рекомендованная	Горох	12,8	3,4	3,1	2,8	2,8	2,8	4,62
	Озимая пшеница	13,2	4,0	3,1	3,3	3,0	3,3	5,65
	Подсолнечник	14,0	3,3	3,0	2,8	2,3	2,5	4,65
	Кукуруза	17,1	4,6	4,6	4,3	4,3	3,7	6,43
No-till	Горох	18,3	2,9	1,7	1,3	1,3	0,9	4,40
	Озимая пшеница	19,5	6,6	5,1	4,6	4,0	3,6	6,57
	Подсолнечник	30,5	6,2	4,8	3,8	3,7	3,3	8,72
	Кукуруза	25,0	7,2	5,8	5,0	4,3	3,7	8,33

вегетирующих растений и наступлении атмосферной и почвенной засухи и носит временный характер. После выпадения осадков физические свойства чернозема восстанавливаются.

Благодаря лучшей водопроницаемости почвы в технологии No-till, а также наличию на поверхности растительных остатков, которые зимой накапливают больше снега, а летом предотвращают физическое испарение влаги, в ней больше накапливается и лучше сохраняется влага атмосферных осадков, чем при рекомендованной технологии. В среднем за две ротации севооборота во время цветения яровых культур и колошения озимой пшеницы в слое почвы 1,5 м по рекомендованной технологии содержался 101 мм продуктивной влаги, а по технологии No-till — 133 мм, что на 31 мм, или на 31,7%, больше. То есть в технологии No-till в среднем на 1 га севооборотной площади в почве во время вегетации дополнительно находится 310 м³ воды, которая по объему сравнима с вегетационным поливом и оказывает положительное влияние на урожайность возделываемых культур.

Выводы

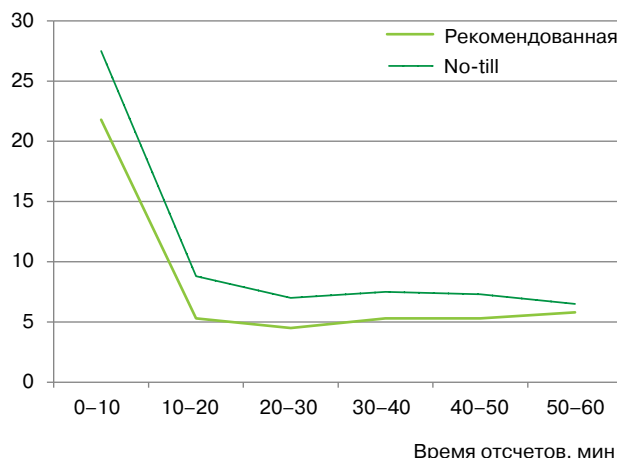
Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии No-till в течение двух ротаций четырехпольного севооборота способствует восстановлению физических свойств почвы, в ней в 4 раза увеличивается количество обитающих дождевых червей, что обеспечивает значительно большую водопроницаемость чернозема

ЛИТЕРАТУРА

- Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // *International journal of agricultural and biological engineering*. 2010; 1: 1–25. DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
- Friedrich T. Kassam A., Derpsch R. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture // *Field actions science reports*. 2012; Special Iss. 6: 1–7. DOI: 10.1080/00207233.2018.1494927.
- Казеев К.Ш., Минникова Т.В., Мясникова М.А., Мокриков Г.В., Колесников С.И. Оценка воздействия технологии прямого посева на физические свойства черноземов Ростовской области. *Агрофизика*. 2019; 2: 15–22. DOI: 10.25695/AGRPH.2019.02.03
- Есаулко А.Н., Дрепа Е.Б., Ожередова А.Ю., Голосной Е.В. Эффективность применения технологии No-till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. *Земледелие*. 2019; 7: 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10707
- Вольтерс И.А., Власова О.И., Передериева В.М., Дрепа Е.Б. Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья. *Земледелие*. 2020; 3: 14–18. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10303
- Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Система No-till на черноземных почвах северной лесостепи Западной Сибири. *Плодородие*. 2021; 3: 81–83. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.15
- Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия. *Земледелие*; 2018; 2: 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201
- Цховребов В.С., Тетенищев А.Б., Фаизова В.И., Лысенко В.Я., Новиков А.А. Эффективность применения технологии No-till на черноземах обыкновенных Ставропольского края. *Земледелие*. 2021; 3: 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10303
- Пыхтин И.Г., Дубовик Д.В., Айдиев А.Я. текущие проблемы в земледелии. *Земледелие*. 2018; 5: 8–11. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10502
- Дрепа Е.Б., Власова О.И., Голубь А.С., Донец И.А. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника. *Земледелие*. 2020; 3: 18–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304

Рис. 2. Влияние технологии возделывания на водопроницаемость почвы после гороха весной следующего года, мм/мин. (13 апреля 2021 г.)

Fig. 2. Influence of cultivation technology on soil water permeability after peas in the spring of next year, mm/min. (April 13, 2021)



обыкновенного зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края, чем при рекомендованной технологии с обработкой почвы. Благодаря этому, а также большему накоплению снега и меньшему испарению влаги с поверхности, в технологии No-till в почве накапливается и во время вегетации растений содержится существенно больше продуктивной влаги, чем в обрабатываемой почве.

- Дридигер В. К., Белобров В. П., Антонов С.А., Юдин С.А., Гаджиумаров Р.Г., Лиходиевская С.А., Ермолаев Н.Р. Защита почв от водной эрозии и дефляции в технологии No-till. *Земледелие*. 2020; 6: 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603
- Турин Е.Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева (обзор). *Таврический вестник аграрной науки*. 2020; 2 (22): 150–168.
- Дорожко Г.Р., Власова О.И., Шабалдас О.Г., Зеленская Т.Г. Влияние длительного применения прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны // *Земледелие*. 2017; 7: 7–10.
- Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Мясникова М.А., акименко Ю.В., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на почвенную мезофауну, дыхание и ферментативную активность черноземов южных. *Агрохимический вестник*. 2019; 5: 31–36. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10071
- Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018; 5 (73): 35–38.
- Белобров В. П., Юдин С. А., Холодов В. А., Ярославцева Н.В., Юдина А. В., Дридигер В. К., Стукалов Р. С., Ключев Н. Н., Замотаев И. В., Ермолаев Н. Р., Иванов А.Л. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве. *Почвоведение*. 2020; 7: 880–890. DOI: 10.31857/S0032180X20070023
- Годунова Е.И., Сигида С.И., Патютя М.Б. Почвенная мезофауна степных и лесостепных агроландшафтов Центрального Предкавказья. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. 176 с.
- Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko F.V., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Effect of No-till Technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9 (2): 766–770. DOI: 10.25930/n2wx-cf73
- Дридигер В. К., Иванов А.Л., Белобров В. П., Кутювая О.Л. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева. *Почвоведение*. 2020; 9: 1111–1120. DOI: 10.31857/S0032180X20090038

REFERENCES

1. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International journal of agricultural and biological engineering*. 2010; 1: 1–25. DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.
2. Friedrich T., Kassam A., Derpsch R. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field actions science reports*. 2012; Special Iss. 6: 1–7. DOI: 10.1080/00207233.2018.1494927.
3. Kazeev K.Sh., Minnikova T.V., Myasnikova M.A., Mokrikov G.V., Kolesnikov S.I. Assessment of the impact of direct seeding technology on the physical properties of chernozems of the Rostov region. *Agrofizika*. 2019; 2: 15–22. DOI:10.25695/AGRPH.2019.02.03 (In Russ.).
4. Esaulko A.N., Drepa E.B., Ozheredova A.Yu., Golosnoy E.V. The effectiveness of No-till technology in various soil and climatic zones of the Stavropol Territory. *Agriculture*. 2019; 7: 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10707
5. Volters I.A., Vlasova O.I., Perederieva V.M., Drepa E.B. The effectiveness of direct sowing technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central Caucasus. *Agriculture*. 2020; 3: 14–18. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10303
6. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. No-till system on chernozem soils of the northern forest-steppe of Western Siberia. *Plodorodie*. 2021; 3: 81–83. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.15 (In Russ.).
7. Baibekov R.F. Nature-like technologies are the basis of stable development of agriculture. *Zemledelie*. 2018; 2: 3–6. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10201 (In Russ.).
8. Tskhovrebov V.S., Tetenishchev A.B., Faizova V.I., Lysenko V.Ya., Novikov A.A. Efficiency of application of No-till technology on ordinary chernozems of the Stavropol Territory. *Zemledelie*. 2021; 3: 15–19. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10303 (In Russ.).
9. Pykhtin I.G., Dubovik D.V., Aidiev A.Ya. current problems in agriculture. *Agriculture*. 2018; 5: 8–11. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10502
10. Drepa E.B., Vlasova O.I., Golub A.S., Donets I.A. Influence of cultivation technology on agrophysical properties of leached chernozems and sunflower yield. *Agriculture*. 2020; 3: 18–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304

ОБ АВТОРАХ:

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-4220-623X>

Джандаров Арсен Ниязбиевич, аспирант, научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-8576-2383>

Дридигер Виктор Корнеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории технологий возделывания сельскохозяйственных культур Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра
<http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>

11. Dridiger V. K., Belobrov V. P., Antonov S.A., Yudin S.A., Gadzhumarov R.G., Likhodievskaya S.A., Ermolaev N.R. Protection of soils from water erosion and deflation in No-till technology. *Agriculture*. 2020; 6: 11–17. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10603
12. Turin E.N. Advantages and disadvantages of the direct seeding farming system (review). *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki*. 2020; 2 (22): 150–168 (In Russ.).
13. Dorozhko G.R., Vlasova O.I., Shabaldas O.G., Zelenskaya T.G. Influence of long-term application of direct sowing on the main agrophysical factors of soil fertility and yield of winter wheat in arid zone // *Agriculture*. 2017; 7: 7–10.
14. Dridiger V.K., Kulintsev V.V., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Dynamics of changes in agrophysical properties of soil during cultivation of field crops using No-till technology. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 5 (73): 35–38 (In Russ.).
15. Belobrov V. P., Yudin S. A., Kholodov V. A., Yaroslavl'tseva N. V., Yudin A.V., Dridiger V. K., Stukalov R. S., Klyuev N. N., Zamotaev I. V., Ermolaev N. R., Ivanov A.L. Changes in the physical properties of chernozems during direct sowing. *Pochvovedenie*. 2020; 7: 880–890. DOI: 10.31857/S0032180X20070023 (In Russ.).
16. Mokrikov G.V., Kazeev K.Sh., Myasnikova M.A., Akimenko Yu.V., Kolesnikov S.I. Influence of direct seeding technology on soil mesofauna, respiration and enzymatic activity of southern chernozems. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2019; 5: 31–36. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10071 (In Russ.).
17. Godunova E.I., Sigida S.I., Patyuta M.B. Soil mesofauna of steppe and forest-steppe agro-landscapes of the Central Caucasus. *Stavropol': AGRUS Stavropol'skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. 176 c. (In Russ.).
18. Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko F.V., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Effect of No-till Technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9 (2): 766–770. DOI: 10.25930/n2wx-cf73.
19. Dridiger V. K., Ivanov A.L., Belobrov V. P., Kutovaya O.L. Restoration of soil properties in direct seeding technology. *Pochvovedenie*. 2020; 9: 1111–1120. DOI: 10.31857/S0032180X20090038 (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Gadzhumarov Rasul Gadzhumarovich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-4220-623X>

Dzhandarov Arsen Niyazbievich, postgraduate student, Junior Researcher of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-8576-2383>

Dridiger Viktor Korneevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Technologies of Cultivation of Agricultural Crops of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
<http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>

УДК 634.8.093

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104>

исследования / research

**Казахмедов Р.Э.,
Агаханов А.Х.**

Дагестанская селекционная опытная станция
виноградарства и овощеводства — филиал
Федерального государственного бюджетно-
го научного учреждения «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия», 368608, Россия,
г. Дербент, ул. Вавилова, 9
E-mail: kre_05@mail.ru

Ключевые слова: виноград, интродукция,
адаптированные сорта, продуктивность,
устойчивость

Для цитирования: Казахмедов Р.Э., Ага-
ханов А.Х. Агробиологические особенности
перспективных сортов винограда селекции
ДСОСВиО в изменяющихся климатических
условиях юга России. Аграрная наука. 2022;
359 (5): 98–104.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104>

**Авторы в равной степени принимали
участие в написании рукописи, несут
равную ответственность за плагиат
и представленные данные.**

**Авторы объявили, что нет никаких
конфликтов интересов.**

**Kazakhmedov R.E.,
Agakhanov A.Kh.**

Dagestan Breeding Experimental Station of
Viticulture and Vegetable Growing — branch of the
Federal State Budgetary Scientific Institution "North
Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Winemaking", 368608, Russia, Derbent,
ul. Vavilova, 9
E-mail: kre_05@mail.ru

Key words: grapes, introduction, adapted
varieties, productivity, sustainability

For citation: Kazakhmedov R.E.,
Agakhanov A.H. Agrobiological features of
promising grape varieties of DSOSViO selection
in changing climatic conditions of the South
of Russia. Agrarian Science. 2022; 359 (5):
98–104. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104>

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

The authors declare no conflict of interest.

Агробиологические особенности перспективных сортов винограда селекции ДСОСВиО в изменяющихся климатических условиях юга России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время возросла потребность в пополнении сор-
тимента винограда адаптивными, ценными по агробиологическим и техноло-
гическим свойствам, конкурентоспособными сортами и клонами, внедрение в
производство которых обеспечит повышение рентабельности виноградо-вино-
дельческой отрасли.

Методы. В ампелографической коллекции ДСОСВиО в 2012–2018 гг. проведено
изучение селекционных и интродуцированных сортов винограда: сорта столового
назначения — Булатовский, Жемчужина юга, Эльдар, Сувенир ДСОСВиО, Янтарь
дагестанский, Леки, Кишмиш дербентский, Заря Дербента, Агадаи (контроль),
Молдова (контроль); сорта технического назначения — Фиолетта, Слава Дербен-
та, Саперави (контроль). Культура винограда — корнесобственная, орошаемая,
неукрывная. Форма кустов — высокоштабная (120 см), двуплечий кордон Казе-
нава. Схема посадки сортов винограда 3,5 × 2,0 м.

Результаты. В исследованиях установлено, что сорта винограда обладают высо-
кими показателями качества и продуктивности: коэффициент плодоножности —
1,02–1,57, урожай с куста — 10,4–16,5 кг. Механический состав и химические
свойства гроздей и ягод у изучаемых сортов винограда: содержание сока в ягодах
низкое — Агадаи (контроль); среднее — Янтарь дагестанский, Жемчужина юга,
Леки, Эльдар, Сувенир ДСОСВиО, Молдова; высокое — Фиолетта, Саперави (кон-
троль), Слава Дербента. Прикрепление ягод к плодоножке очень крепкое у столо-
вых сортов винограда и сорта Агадаи (контроль). Большинство сортов винограда
селекции ДСОСВиО оказались достаточно устойчивыми к вредителям и основным
грибным болезням винограда. Сорта селекции ДСОСВиО проявляют высокую
адаптивность в условиях юга Дагестана, что позволяет достичь высокой урожай-
ности и качества продукции в изменяющихся климатических условиях региона.
Сорта столового направления селекции станции могут занять достойное место в
конвейере поступления и потребления свежего винограда в период июль — ок-
тябрь, а красные сорта технического направления перспективны для получения
терруарных вин высокого качества.

Agrobiological features of promising grape varieties of DSOSViO selection in the changing climatic conditions of the South of Russia

ABSTRACT

Relevance. Currently, there is an increased need to replenish the grape assortment with
adaptive, valuable agrobiological and technological properties, competitively capable
varieties and clones, the introduction of which into production will ensure an increase in
the profitability of the grape-growing industry.

Methods. In the ampelographic collection of DSOSViO in 2012–2018, the study of
breeding and introduced grape varieties was carried out: table varieties — Bulatovsky,
Zhemchuzhina Yuga, Eldar, Souvenir DSOSViO, Yantar Dagestansky, Lekki, Kishmish
Derbentsky, Zarya Derbenta, Agadai (control), Moldova (control); technical varieties —
Fioletta, Slava Derbenta, Saperavi (control). Grape culture is root-related, irrigated, not
covered. The shape of the bushes is high-rammed (120 cm), double-shouldered cordon
Kazanova. Planting scheme of grape varieties was 3.5 × 2.0 m.

Results. Studies have found that grape varieties have high quality and productivity
indicators: the fertility coefficient is 1.02–1.57, the yield from the bush is 10.4–16.5 kg.
Mechanical composition and chemical properties of bunches and berries in the studied
grape varieties: the juice content in the berries is low — Agadai (control); medium —
Yantar Dagestansky, Zhemchuzhina Yuga, Lekki, Eldar, Souvenir DSOSViO, Moldova;
high — Fioletta, Saperavi (control), Slava Derbenta. The attachment of berries to the
peduncle is very strong in table grape varieties and Agadai variety (control). Most of the
DSOSViO grape varieties proved to be quite resistant to pests and major fungal diseases.
The DSOSViO grape varieties exhibit high adaptability in the conditions of the South
of Dagestan, which allows to achieve high yields and product quality in the changing
climatic conditions of the region. Varieties of the station's table breeding direction can
take a worthy place in the pipeline of fresh grapes intake and consumption in the period
July — October, and red varieties of the technical direction are promising for obtaining
high-quality terroir wines.

Поступила: 1 апреля 2022
Принята в публикации: 18 мая 2022

Received: 1 April 2022
Accepted: 18 May 2022

Введение

Виноград является одной из наиболее важных культур в сельскохозяйственном производстве. Высокая урожайность, пластичность и большое разнообразие направлений использования гроздей делает эту культуру широко распространенной в Республике Дагестане.

Соответствие экологических факторов местности биологическим особенностям сортов и клонов винограда способствует благоприятному их приспособлению к новым природно-климатическим условиям. В настоящее время возросла потребность в пополнении сортимента винограда адаптивными, ценными по агробиологическим и технологическим свойствам, конкурентоспособными сортами и клонами, внедрение в производство которых обеспечит повышение рентабельности виноградо-винодельческой отрасли [1].

На Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства селекция винограда направлена на получение филлоксероустойчивых и устойчивых к грибным болезням, высококачественных хозяйственно-ценных, раносозревающих, с крупными ягодами (6–8 г) столовых сортов, обладающих высокой транспортабельностью и лежкостью [2–5].

Для технических сортов целевыми признаками являются содержание сахаров — не менее 160 г/дм³ для белых сортов, не менее 170 г/дм³ для красных сортов. Количество сусла (сока) должно быть 750–780 л с 1 т винограда, массовая концентрация фенольных соединений, способных перейти в сусло — 0,5–1,0 г/дм³ для белых сортов, 1,0–1,25 г/дм³ для красных [6].

В виноградарстве наблюдается активный процесс совершенствования сортимента винограда. Основным показателем новых сортов винограда является их высокая продуктивность. Если новый сорт винограда генетически не обладает высокой и стабильной урожайностью, то агротехническим воздействием практически невозможно существенно повысить его продуктивность. Задача увеличения урожайности и улучшения качества винограда решается селекционным путем [4, 5].

Особенно важным хозяйственным признаком является устойчивость виноградного растения к неблагоприятным условиям среды, болезням и вредителям. По данным ФАО, ежегодные потери урожая от болезней и вредителей составляют почти 30%. По-прежнему значительный вред культуре винограда наносят филлоксеры и грибные болезни (милдью, серая гниль, оидиум, антракноз) [7–11].

Создание высокоурожайных сортов винограда, устойчивых к неблагоприятным условиям среды, болезням и вредителям, остается проблемой. Новые сорта винограда должны обладать экологической пластичностью, пригодностью к механизации трудоемких процессов по уходу за кустом, иметь высокое качество урожая, включая повышенное содержание биологически ценных веществ. Для сортов, предназначенных на техническую переработку (соки и вино), наиболее важные признаки — высокий выход сока с необходимыми для получения того или иного продукта кондициями по сахаронакоплению и кислотности [12, 13].

В районированном сортименте Дагестана мало сортов винограда очень раннего срока созревания и бессемянных. С этой целью особое внимание уделяется созданию новых высокопродуктивных сортов винограда, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессорам.

Цель исследований — дать агробиологическую и хозяйственно-технологическую оценку новых сортов селекции ДСОСВиО в изменяющихся климатических условиях юга России.

Объекты и методы исследований

В ампелографической коллекции станции (АК ДСОСВиО) в 2012–2018 гг. проведено изучение селекционных и интродуцированных сортов винограда в насаждениях 1997 года посадки.

Сорта столового назначения — Агадаи (контроль), Булатовский, Жемчужина юга, Заря Дербента, Кишмиш дербентский, Леки, Молдова (контроль), Сувенир ДСОСВиО, Эльдар, Янтарь дагестанский.

Сорта технического назначения — Саперави (контроль), Слава Дербента, Фиолетта.

Культура винограда корнесобственная, орошаемая, неукрывная. Форма кустов высокоштамбовая, двуплечий кордон Казенава. Схема посадки сортов винограда — 3,5×2,0 м.

Почвы светло-каштановые, суглинистые, тяжелого и среднего механического состава. Содержание гумуса в пахотном горизонте очень низкое, обеспеченность подвижным фосфором очень низкая, а обменным калием — средняя.

Изучение сортов винограда проводили с использованием общепринятых в виноградарстве методик [13–15].

Сахаристость сока ягод определяли по ГОСТ 27198-87, титруемую кислотность — по ГОСТ 32114-2013¹.

Обсуждение результатов

По данным Дербентской метеостанции среднегодовая температура воздуха за 2012–2018 гг. равна 14,3 °С. Самый теплый месяц — август (26,7 °С), самый холодный — январь (3,0 °С), причем отрицательные среднемесячные температуры не наблюдаются (рис. 1).

Оптимальное количество атмосферных осадков, благоприятствующее нормальной жизнедеятельности виноградного куста, в условиях Дербентского района составляет 440,9 мм в год. Характерной особенностью условий Дербентского района является общая засушливость климата, причем наименьшее количество осадков выпадает в летний период (рис. 2).

Среднегодовое количество осадков составляет 36,7 мм, в том числе за период интенсивного роста (V–IX) — 121,2 мм. Гидрометрический коэффициент в летний период опускается до 0,2, что указывает на необходимость орошения виноградных насаждений.

Исследования показали, что начало сокодвижения исследуемых сортов винограда отмечено во второй декаде марта (17.03–20.03). Разрыв в датах сокодвижения у сортов незначителен и составляет 2–3 суток.

Более раннее начало распускания почек отмечено у сорта Молдова (22.04), у других сортов на три-четыре дня позже (24.04–27.04), см. табл. 1.

Фаза начала цветения винограда исследуемых сортов наступает в третьей декаде мая и завершается во второй декаде июня. В группу раннецветущих (31.05) отнесен сорт Молдова. Позже всех вступили в фазу цветения сорта Кишмиш дербентский, Булатовский (09.06, 13.06), контрольный сорт Агадаи — 04.06. У технических сортов начало цветения отмечено в период с 03.06 (Саперави) по 06.06 (Слава Дербента). Продолжительность периода «цветение — начало созревания ягод»

¹ Титов А. П., Цурканенко Н. Г., Трошин Л. П. и др. ГОСТ 27198-87 (СТ СЭВ 5622-86). Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров. Гос. стандарты СССР. Плодовые и ягодные культуры. М.: изд-во стандартов, 1991, 169–176.

колеблется в зависимости от сорта и составляет 49–59 дней при среднесуточной температуре воздуха +23–25 °С.

Начало фазы созревания ягод исследуемых сортов наступает во второй декаде июля. Наиболее их раннее созревание (12.07) отмечено у сортов Янтарь дагестанский и Жемчужина юга, у остальных в период с 22.07 (Леки) по 02.08 (Фиолетта). И позднее всего у Агадаи (контроль) — 04.08. У технических сортов наступление четвертой фазы вегетации — с 29.07 по 02.08 (табл. 1).

Период от начала созревания до промышленной зрелости у сортов винограда составляет 30–40 дней при средней температуре воздуха +22–24 °С.

Срок наступления пятой фазы — полной (технической) зрелости — отмечен у сортов Янтарь дагестанский и Жемчужина юга (10.08, в третьей декаде августа — у сортов Булатовский, Сувенир ДСОСВиО, Эльдар, Леки. У остальных сортов фаза полной (технической) зрелости отмечена в период 01.09–10.09. Позднее всех созревали ягоды у сорта Молдова (10.09).

Число дней от распускания почек исследуемых сортов винограда до полной зрелости ягод отражено в таблице 1.

В условиях южного Дагестана все изученные нами сорта винограда созревают полностью.

Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха в Дербенте, °С (2012–2018 гг.)

Fig. 1. Average monthly air temperature in Derbent, °C (2012–2018)

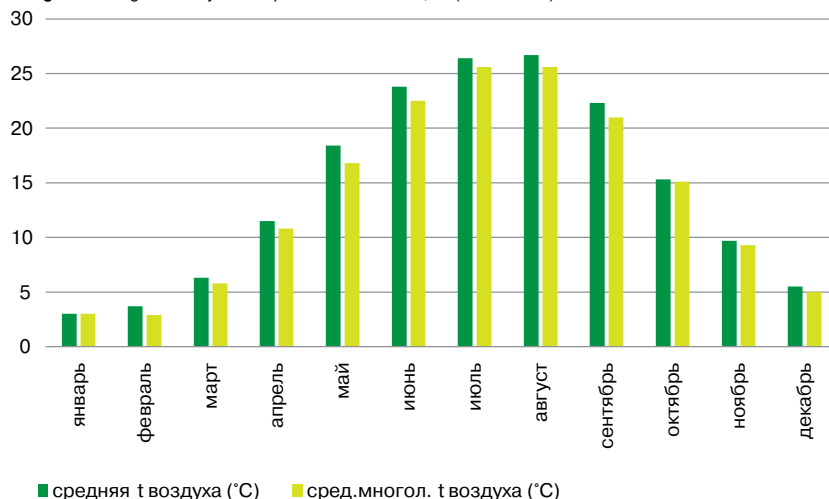


Рис. 2. Среднемесячные и годовые суммы выпавших осадков в Дербенте (2012–2018 гг.)

Fig. 2. Average monthly and annual precipitation in Derbent (2012–2018)

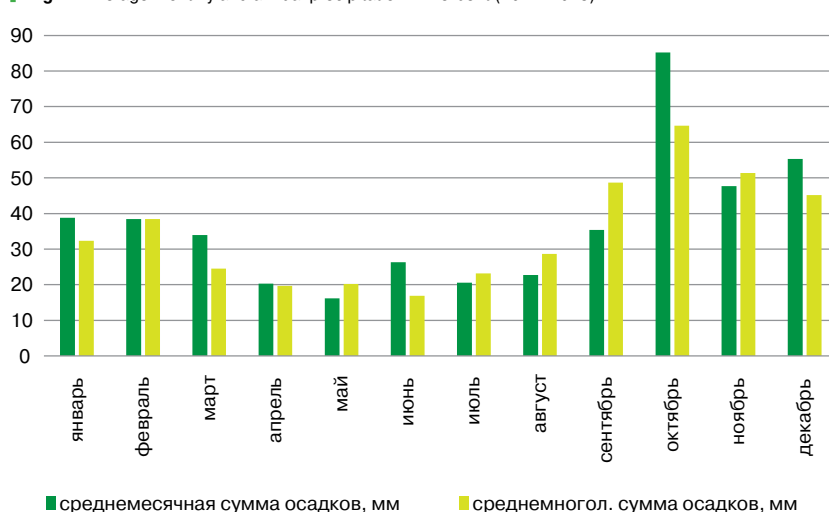


Таблица 1. Фенологические наблюдения аборигенных, селекционных и интродуцированных сортов винограда ДСОСВиО (Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства), 2012–2018 гг.

Table 1. Phenological observations of aboriginal, selective and introduced grape varieties of DSOSViO (Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and Vegetable Growing), 2012–2018

Сорт	Начало сокодвижения	Начало распуска- ния почек	Начало цветения	Созревание ягод		Количество дней от начала распускания до полной зрелости ягод
				начало	полная физиологи- ческая зрелость	
Столовые сорта						
Агадаи (контроль)	20.03	24.04	04.06	04.08	04.09	134
Булатовский	17.03	27.04	09.06	29.07	29.08	119
Жемчужина юга	19.03	24.04	04.06	12.07	10.08	105
Заря Дербента	20.03	24.04	08.06	04.08	04.09	145
Кишмиш дербентский	18.03	27.04	13.06	29.07	01.09	122
Леки	19.03	24.04	04.06	22.07	22.08	120
Молдова (контроль)	18.03	22.04	31.05	28.07	10.09	145
Сувенир ДСОСВиО	18.03	25.04	04.06	23.07	24.08	123
Эльдар	17.03	23.04	04.06	24.07	24.08	124
Янтарь дагестанский	18.03	24.04	04.06	12.07	10.08	106
Технические сорта						
Саперави (контроль)	20.03	21.04	03.06	30.07	30.08	130
Слава Дербента	18.03	24.04	06.06	29.07	30.08	129
Фиолетта	18.03	25.04	05.06	02.08	28.08	126

Таблица 2. Развитие куста, плодородность побегов (2012–2018 гг.)

Table 2. Development of the bush, fruitfulness of shoots (2012–2018)

Сорт	Число развившихся		Плодоносные побеги, %	Коэффициент плодородности
	глазков, %	побегов, шт.		
Столовые сорта				
Агадаи (контроль)	70,8	42,1	36,6	1,24
Булатовский	82,6	38,7	67,6	1,37
Жемчужина юга	74,5	51,7	38,8	1,02
Заря Дербента	71,0	48,9	59,0	1,20
Кишмиш дербентский	82,3	54,3	75,3	1,06
Леки	80,9	63,0	58,3	1,20
Молдова (контроль)	49,6	37,6	75,8	1,57
Сувенир ДСОСВиО	75,9	43,7	53,8	1,15
Эльдар	73,2	40,1	44,9	1,21
Янтарь дагестанский	80,6	45,0	72,4	1,22
Технические сорта				
Саперави (контроль)	92,3	42,2	59,5	1,55
Слава Дербента	81,3	47,8	61,3	1,38
Фиолетта	86,4	29,4	54,1	1,09

Таблица 3. Урожайность, характеристика гроздей изучаемых сортов винограда (2012–2018 гг.)

Table 3. Productivity, characteristics of bunches of the studied grape varieties (2012–2018)

Сорт	Масса грозди (среднее), г	Масса 100 ягод (среднее), г	Урожай	
			кг/куст	т/га (расчетная)
Столовые сорта				
Агадаи (контроль)	383	573	7,9	11,2
Булатовский	210	264	4,7	6,7
Жемчужина юга	295	268	6,7	9,6
Заря Дербента	190	528	3,6	5,4
Кишмиш дербентский	327	154	8,1	11,6
Леки	295	417	13,4	19,2
Молдова (контроль)	293	354	16,5	23,6
Сувенир ДСОСВиО	178	210	5,4	7,7
Эльдар	331	332	8,7	12,5
Янтарь дагестанский	339	288	11,0	15,7
Технические сорта				
Саперави (контроль)	272	148	8,9	12,7
Слава Дербента	237	165	10,0	14,3
Фиолетта	307	131	5,9	8,5
НСР ₀₅	24		1,5	

Основным показателем продуктивности является коэффициент плодородности побегов, величина которого носит генетический характер. Эти показатели изучаемых интродуцированных и селекционных сортов винограда были довольно высокими — 1,02–1,80 (таблица 2).

Полученные экспериментальные данные показывают, что коэффициент плодородности:

— высокий — у сортов Жемчужина юга (1,02), Фиолетта (1,09), Сувенир ДСОСВиО (1,15), Кишмиш дербентский (1,06);

— очень высокий — у сортов Булатовский, Янтарь дагестанский, Эльдар, Леки, Молдова, Агадаи, Слава Дербента (1,20–1,38).

Основным критерием оценки изучаемых сортов винограда является величина грозди, которая при применении определенной агротехники вместе с продуктивностью побега определяет в основном урожайность сорта.

Масса грозди у изучавшихся сортов различалась:

— очень высокая — у сортов Саперави (контроль), Молдова, Жемчужина юга, Леки, Фиолетта, Кишмиш дербентский, Эльдар, Янтарь дагестанский, Агадаи (272; 293; 295; 295; 307; 327; 331; 339; 383 г соответственно);

— высокая — у сортов Слава Дербента, Булатовский, Заря Дербента, Сувенир ДСОСВиО (237; 210; 190; 178 г соответственно).

Полученные экспериментальные данные показывают, что средняя урожайность куста в целом в годы исследований у изучаемых сортов винограда следующая:

— очень высокий урожай у сортов Кишмиш дербентский (11,6 т/га), Эльдар (12,5 т/га), Саперави (контроль) (12,7 т/га), Слава Дербента (14,7 т/га), Янтарь дагестанский (15,7 т/га), Леки (19,2 т/га), Молдова (контроль) (23,6 т/га);

— высокоурожайные сорта — Фиолетта (8,5 т/га), Жемчужина юга (9,6 т/га);

— среднеурожайные сорта — Булатовский (6,7 т/га), Заря Дербента (5,4 т/га), Сувенир ДСОСВиО (7,7 т/га) (таблица 3).

Наряду с определением урожайности и продуктивности винограда не менее важной задачей изучения сортов винограда является оценка качества урожая, позволяющая выяснить, в каком направлении выгоднее всего использовать сорт в природных и экономических условиях данного региона. Качество урожая зависит от наследственных факторов и условий выращивания. Основными критериями качества ягод винограда в период их созревания

являются массовая концентрация сахаров и титруемых кислот в соке. Соотношение сахаристости ягод к кислотности — глюкоацидиметрический показатель (ГАП), оптимальное значение которого находится в пределах от 20 до 30, играет решающую роль при определении хозяйственной ценности урожая, направления его использования.

Образцы были взяты на химический анализ сока ягод. У изучаемых сортов винограда исследовалось содержание сахаров и титруемых кислот.

Таблица 4. Качественные показатели сортов винограда* (2012–2018 гг.)

Table 4. Qualitative indicators of grape varieties (2012–2018)

Сорт	Массовая концентрация, г/дм³		ГАП
	сахаров (среднее)	титруемых кислот (среднее)	
Столовые сорта			
Агадаи (контроль)	151	7,6	20
Булатовский	158	7,9	20
Жемчужина юга	178	8,4	21
Заря Дербента	148	5,8	25
Кишмиш дербентский	197	8,4	23
Леки	160	7,1	22
Молдова (контроль)	176	7,8	22
Сувенир ДСОСВиО	165	8,1	20
Эльдар	164	8,1	20
Янтарь дагестанский	172	7,4	23
Технические сорта			
Саперави (контроль)	186	10,1	18
Слава Дербента	205	5,6	37
Фиолетта	187	9,0	21
Примечание: * — достоверность показателей ≥ 95%.			

Примечание: * — достоверность показателей $\geq 95\%$.

Таблица 5. Механический состав гроздей сортов винограда* (2012–2018 гг.)

Table 5. Mechanical composition of bunches of grape varieties (2012–2018)

Название сорта	Состав грозди, % от общей массы			
	сок	гребни	кожица	семена
Столовые сорта				
Агадаи (контроль)	59,05	3,43	34,30	3,22
Булатовский	75,00	3,60	19,80	1,60
Жемчужина юга	67,40	3,90	26,30	2,35
Заря Дербента	73,30	2,90	21,80	2,00
Кишмиш дербентский	71,90	4,20	23,90	—
Леки	66,90	3,65	27,32	2,15
Молдова (контроль)	68,20	2,00	27,30	2,50
Сувенир ДСОСВиО	65,80	4,60	29,40	2,22
Эльдар	70,20	4,40	21,80	3,50
Янтарь Дагестанский	65,70	3,50	28,40	2,67
Технические сорта				
Саперави (контроль)	78,40	3,70	13,50	4,40
Слава Дербента	80,30	3,40	11,50	4,80
Фиолетта	78,40	4,02	13,98	3,60

Примечание: * — достоверность показателей $\geq 95\%$.

Проведя классификацию сортов по сахаристости, отмечаем, что низкая сахаристость сока ягод (148–170 г/дм³) была у сортов Заря Дербента, Булатовский, Леки, Эльдар, Сувенир ДСОСВиО, Агадаи; среднюю сахаристость сока ягод (170–200 г/дм³) имели сорта Янтарь дагестанский, Жемчужина юга, Молдова, Саперави, Фиолетта; высокую сахаристость сока ягод (более 200 г/дм³) имел сорт винограда Слава Дербента.

По показателю титруемой кислотности сорта распределились так — низкая титруемая кислотность у сортов Слава Дербента, Заря Дербента, высокая титруемая кислотность и очень высокая титруемая кислотность сортов Саперави, Фиолетта (таблица 4).

Не менее важной задачей сортоизучения является оценка механического состава урожая, позволяющая выяснить, в каком направлении выгоднее всего исполь-

Таблица 6. Прочность ягод у изучаемых сортов винограда* (2012–2018 гг.)

Table 6. Strength of berries in the studied grape varieties (2012–2018)

Название сорта	Прочность ягод, г	
	на раздавливание	отрыв от плодоножек
Агадаи (контроль)	1826	931
Булатовский	1112	446
Жемчужина юга	1033	394
Заря Дербента	1798	635
Кишмиш дербентский	1055	414
Леки	1379	736
Сувенир ДСОСВиО	1512	427
Эльдар	1162	626
Янтарь дагестанский	1115	577

Примечание: * — достоверность показателей $\geq 95\%$.

Таблица 7. Поражение сортов винограда селекции ДСОСВиО болезнями и вредителями

Table 7. Affection of grape varieties of selection of DSOSViO by diseases and pests

Сорт	Год	Устойчивость, балл, к			
		милдью	оидиум	паутинный клещ	гроздевая листовёртка
Молдова	2016	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0
Агадаи	2016	2	2	0	слабо
	2017	2	2	0	слабо
Булатовский	2016	1,8	0	0	0
	2017	1	0	0	0
Заря Дербента	2016	1,5–2	3	0	слабо
	2017	2	0	0	слабо
Янтарь дагестанский	2016	2,6	0	0	0
	2017	2	0	0	0
Леки	2016	1–2	0	0	слабо
	2017	1	1	0	слабо
Эльдар	2016	1,7	0	0	слабо
	2017	1	0	0	0
Кишмиш дербентский	2016	1,9–2,0	2–3	0	0
	2017	1	2	0	0
Слава Дербента	2016	1,8–1,9	2	0	слабо
	2017	2	2	0	0

зывать каждый сорт в природных и экономических условиях данного региона.

В результате увологического анализа определены содержание гребней, кожицы и семян в грозди, механический состав и химические свойства гроздей и ягод у изучаемых сортов винограда (таблица 5).

Низкое содержание сока в ягодах имел сорт Агадаи (контроль); среднее — Янтарь дагестанский, Жемчужина юга, Леки, Эльдар, Сувенир ДСОСВиО, Молдова; высокое — Фиолетта, Саперави (контроль).

Содержание гребней в урожае сортов винограда варьировало от 2,0 до 4,6%. Содержание кожицы и твердых частей мякоти в ягодах интродуцированных и селекционных сортов винограда: низкое — Слава Дербента, Фиолетта, Булатовский; среднее — Хатми, Эльдар, Заря Дербента, Кишмиш дербентский, Молдова (контроль), Леки, Жемчужина юга, Янтарь дагестанский; высокое — Агадаи (контроль).

Важным показателем для столовых сортов является прочность (на раздавливание) и прикрепление ягод к ножкам. Прикрепление ягод к плодоножке в среднем оказалось очень крепкое у всех изучаемых нами сортов винограда, но уступало контрольному сорту Агадаи (таблица 6).

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что большинство сортов винограда селекции ДСОСВиО оказались достаточно устойчивыми к вредителям и основным грибным болезням винограда (таблица 7).

Выводы

Сорта селекции ДСОСВиО проявляют высокую адаптивность в условиях юга Дагестана, что позволяет достичь высокой урожайности и качества продукции в изменяющихся климатических условиях региона. Показано, что сорта столового направления селекции станции различных сроков созревания (Янтарь дагестанский, Булатовский, Эльдар, Заря Дербента) могут занять достойное место в конвейере поступления и потребления свежего винограда в период июль — октябрь, а красные сорта технического направления (Фиолетта, Слава Дербента) перспективны для получения терруарных вин высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда / Под. ред. Е. А. Егорова [и др.]. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦ-СВВ, 2017. 282 с.
2. Арестова Н. О., Рябчун И. О. Филлоксеры винограда // Защита и карантин растений. 2017. № 2. С. 34-36
3. Мусаев Т. И. Виноградарство и виноделие в республике Дагестан: современные тенденции, проблемы и перспективы развития. Виноделие и виноградарство. 2017;6:4-7.
4. Казахмедов Р. Э., Мамедова С. М. Фиолетта – новый технический сорт винограда дагестанской селекции [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018; 51(3): 70-78. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/18/03/07.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-3-51-70-78.
5. Казахмедов Р.Э. Методические подходы к диагностике устойчивости новых сортов и гибридных форм винограда к филлоксеру // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2 (38). С. 93-101
6. Дергунов А. В., Щербakov С. В., Никулушкина Г. Е. Высокоадаптивные сорта винограда для качественного виноделия. Оптимальные параметры формирования и управления продукционным потенциалом амеллоценозов с использованием генетических ресурсов и новых технологических решений: материалы исслед. за 2007 год: СКЗНИИСИВ. Краснодар. 2008; 334-337 с.
7. Егоров Е. А., Серпуховитина К. А., Петров В. С. Адаптивный потенциал винограда в условиях стрессовых температур зимнего периода (методические рекомендации). Краснодар: СКЗНИИСИВ. 2006: 156 с.
8. Егоров Е. А., Петров В. С., Шадрин Ж.А., Кочьян Г. А. Приоритеты в технологическом развитии промышленного виноградарства // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018;Т. 3:18-21.
9. Никулушкина Г.Е., Хмырова И.Л., Коваленко А.Г. Новые гибридные формы винограда селекции АЗОСВиВ - потенциал отечественного виноградарства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 47(5). С. 33-40. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/05/04.pdf> (дата обращения: 06.07.2021)
10. Лиховской В. В., Зленко В. А., Волюкин В. А. и др. Морозоустойчивость крымских аборигенных сортов винограда и их гибридов. Научный журнал Куб ГАУ: 2016; 117(03) 681–694
11. Гусейнов Ш.Н., Майбородин С.В., Манацков А.Г. Оптимизация агроприемов при возделывании сорта винограда Кристалл на Дону // Инновационные технологии в науке и образовании («ИТНО-2019»): сборник трудов VII Международной научно-практ. конф., посвящ. 90-летию ДГТУ (РИСХМ) (14 сент. 2019 г., п. Дивноморское, Краснодарский край). Ростов-на-Дону: ООО «ДГТУ-ПРИНТ». 2019:175-179.
12. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета. 1963; 152 с.
13. Петров В. С., Панкин М. И., Коваленко А. Г. Агробиологические свойства технических сортов винограда в условиях умеренно континентального климата юга России. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018: 49(01); 1–15 с.
14. Roychev V., 2010. Yield structure and variability of quantitative traits in a cross between a seeded and seedless vine (*Vitis vinifera* L.) cultivar. GENETICS and BREEDING, Volume 39, Number 1-2, pp. 65-82. Bulgarian Academy of Sciences.

ОБ АВТОРАХ:

Казахмедов Рамидин Эфендиевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией биотехнологии, физиологии и продуктов переработки винограда, ведущий научный сотрудник, заместитель директора по научной работе Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», ORCID 0000-0002-0613-4662

Агаханов Альберт Халидович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, сортоизучения, интродукции винограда Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» ORCID 0000-0001-9769-8369

REFERENCES

1. Modern methodology, tools for the assessment and selection of breeding material for horticultural crops and grapes / Ed. ed. E.A. Egorova [and others]. Krasnodar: FGBNUSKFTSSV, 2017. 282 p.
2. Arestova N. O., Ryabchun I. O. Phyloxera of grapes // Plant protection and quarantine. 2017. no. 2. P. 34-36
3. Musaev T.I. Viticulture and winemaking in the Republic of Dagestan: current trends, problems and development prospects. Wine making and viticulture. 2017; 6: 4-7.
4. Kazakhmedov R. E., Mamedova S. M. Fioletta is a new technical grape variety of Dagestan selection [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2018; 51 (3): 70-78. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/18/03/07.pdf>. DOI: 10.30679 / 2219-5335-2018-3-51-70-78.
5. Kazakhmedov R.E. Methodological approaches to the diagnosis of resistance of new varieties and hybrid forms of grapes to phylloxera // Problems of development of agroindustrial complex of the region. 2019. No. 2 (38). pp. 93-101
6. Dergunov A. V., Shcherbakov S. V., Nikulushkina G. E. Highly adaptive grape varieties for high-quality winemaking. Optimal parameters for the formation and management of the production potential of ampelocenes using genetic resources and new technological solutions: research materials. 2007: NKZNIISiV. Krasnodar. 2008; 334-337 p.
7. Egorov E. A., Serpukhovitina K. A., Petrov V. S. Adaptive potential of grapes in the stressful temperatures of the winter period (guidelines). Krasnodar: SKZNIISiV. 2006: 156 p.
8. Egorov E. A., Petrov V. S., Shadrina Zh. A., Kochian G. A. Priorities in the technological development of industrial viticulture // Magarach. Viticulture and winemaking. 2018; T. 3: 18-21.
9. Nikulushkina G.E., Khmyrova I.L., Kovalenko A.G. New hybrid forms of grape breeding AZOSViV - the potential of domestic viticulture // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2017. No. 47(5). pp. 33-40. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/05/04.pdf> (accessed: 06.07.2021)
10. Likhovskoy V. V., Zlenko V. A., Volynkin V. A. et al. Frost resistance of the Crimean aboriginal grape varieties and their hybrids. Scientific journal CubeGAU: 2016; 117 (03) 681-694.
11. Guseinov Sh. N., Mayborodin S. V., Manatskov A. G. Optimization of agricultural practices in the cultivation of grape varieties KristallnaDonu // Innovative technologies in science and education ("ITNO-2019"): collection of works of the VII International scientific and practical. conf., dedicated. To the 90th anniversary of DSTU (RISHM) (September 14, 2019, the village of Divnomorskoe, Krasnodar Territory). Rostov-on-Don: OOO DGTU-PRINT. 2019: 175-179.
12. Lazarevsky MA Study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University Publishing House. 1963; 152 p.
13. Petrov VS, Pankin MI, Kovalenko AG Agrobiological properties of technical varieties of grapes in the moderate continental climate of the south of Russia. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2018: 49 (01); 1-15 s.
14. 15. Roychev V., 2010. Yield structure and variability of quantitative traits in a cross between a seeded and seedless vine (*Vitis vinifera* L.) cultivar. GENETICS and BREEDING, Volume 39, Number 1-2, pp. 65-82. Bulgarian Academy of Sciences.

ABOUT THE AUTHORS:

Kazakhmedov Ramidin Efendievich, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Biotechnology, Physiology and Grape Processing Products, Leading Researcher, Deputy Director of Scientific Work of the Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and Vegetable Growing — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking" <https://orcid.org/0000-0002-0613-4662>

Agakhanov Albert Khalidovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Selection, Varietal Studies, Introduction of Grape of the Dagestan Breeding Experimental Station of Viticulture and Vegetable Growing — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking" <https://orcid.org/0000-0001-9769-8369>

УДК 58.006.861.581.2

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-105-108>

исследования/research

Бардакова С.А.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 355029, г. Ставрополь, ул. Ленина, 478

E-mail: bardakowa.sveta@yandex.ru

Ключевые слова: чайно-гибридные розы, болезни, устойчивость, фитосанитарный мониторинг, химические методы защиты, фитопатогенные грибы**Для цитирования:** Бардакова С.А. Болезни роз чайно-гибридной садовой группы коллекции Ставропольского ботанического сада. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 105–108.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-105-108>**Автор несет ответственность за работу и представленные данные.****Svetlana A. Bardakova**

FSBSI "North-Caucasus Federal Agrarian Research Center", 355029, Stavropol, Lenin st., 478

E-mail: bardakowa.sveta@yandex.ru

Key words: tea-hybrid roses, diseases, resistance, phytosanitary monitoring, chemical methods of protection, phytopathogenic fungi**For citation:** Bardakova S.A. Diseases of roses of the tea-hybrid garden group of the collection of the Stavropol Botanical Garden. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 105–108. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-105-108>**The author bear responsibility for the work and presented data.**

Болезни роз чайно-гибридной садовой группы коллекции Ставропольского ботанического сада

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Проведение исследований на устойчивость чайно-гибридных роз к фитопатогенным вредным организмам и определение видового состава возбудителей болезней и факторов, влияющих на их развитие.**Методика.** Объектами исследования служили возбудители грибных заболеваний сортов чайно-гибридных роз коллекции Ставропольского ботанического сада. Исследования проводились с использованием Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1968).**Результаты.** Представлены результаты изучения видового состава возбудителей микозов на сортах роз чайно-гибридной садовой группы коллекции Ставропольского ботанического сада. Описан характер и степень поражения растений, установлены причины и разработаны способы сдерживания заболеваний. Наиболее вредоносными и распространенными болезнями сортов чайно-гибридных роз в условиях произрастания являются мучнистая роса (*Podosphaera pannosa* Lew. var. *rosae* Voron.), ложная мучнистая роса (*Peronosplasmopara sparsa* (Berk.) Uljan.), ржавчина роз (вызвана 2 возбудителями — *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.), серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.) и пятнистости разных видов: черная пятнистость (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. = *Marssonina rosae* (Lib.) Diet.), септориоз (*Septoria rosae* Desm.), церкоспороз (*Cercospora rosiola* Pass.), развитию которых способствовали метеорологические условия в годы проведения исследований. Оценка сортов роз чайно-гибридной группы по устойчивости к грибным болезням проводили в 2019–2021 гг. в коллекции Ставропольского ботанического сада на естественном инфекционном фоне по 5-балльной шкале в период массового распространения болезней. Несмотря на то, что грибными болезнями поражаются все сорта чайно-гибридных роз, было установлено, что разные сорта поражались далеко не одинаково. Со степенью устойчивости к болезням 1 балл (практически устойчивые) выявили 4 сорта, 2 балла (слабопоражаемые) — 52 сорта, 3 балла (среднепоражаемые) — 74 сорта, 4 балла (сильнопоражаемые) — 33 сорта. Регулярный мониторинг фитосанитарного состояния исследуемых сортов, биологические и химические меры защиты позволили снизить массовое распространение болезней и сохранить декоративность растений.

Diseases of roses of the tea-hybrid garden group of the collection of the Stavropol Botanical Garden

ABSTRACT

Relevance. Conducting research on the resistance of hybrid tea roses to phytopathogenic harmful organisms and determining the species composition of pathogens and factors affecting their development.**Methods.** The objects of the study were the causative agents of fungal diseases of varieties of hybrid tea roses from the collection of the Stavropol Botanical Garden. The research was carried out using the Methodology of state variety testing of agricultural crops.**Results.** The results of studying the species composition of mycosis pathogens on varieties of roses of the tea-hybrid garden group of the collection of the Stavropol Botanical Garden are presented. The nature and degree of damage to plants is described, the causes are established and methods of containment of diseases are developed. The most harmful and common diseases on hybrid tea roses in growing conditions are: powdery mildew (*Podosphaera pannosa* Lew. var. *rosae* Voron.); downy mildew (*Peronosplasmopara sparsa* (Berk.) Uljan.); rust (is caused by 2 pathogens — *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.); gray rot (*Botrytis cinerea* Pers.) and leaf spotting of different types: black spot (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. = *Marssonina rosae* (Lib.) Diet.); septoria (*Septoria rosae* Desm.); cercosporiosis (*Cercospora rosiola* Pass.), the development of which was facilitated by meteorological conditions over the years of research. Evaluation of hybrid tea cultivars of roses for resistance to fungal diseases was carried out in 2019–2021 in the collection of the Stavropol botanical garden on a natural infectious background on a 5-point scale during the period of mass spread of diseases. Despite the fact that all cultivars of hybrid tea roses are affected by fungal diseases, it has been found that different cultivars are affected differently. According to the degree of resistance to the complex of diseases, 4 cultivars received 1 point (practically resistant), 52 cultivars received 2 points (weakly affected), 74 cultivars received 3 points (mediumly affected), 33 cultivars received 4 points (strongly affected). Regular monitoring of the phytosanitary state of the studied cultivars, biological and chemical protection measures made it possible to reduce the massive spread of fungal diseases and preserve the decorative effect of plants.Поступила: 19 января 2022
Принята к публикации: 5 мая 2022Received: 19 January 2022
Accepted: 5 May 2022

Введение

Коллекция роз Ставропольского ботанического сада представлена 357 сортами, в том числе 163 сортами чайно-гибридной садовой группы. Благодаря декоративным качествам, ремонтантности и длительности цветения эти розы широко используются в садово-парковом строительстве. Для сохранения их эстетического и декоративного состояния большое внимание уделяется борьбе с возбудителями грибных заболеваний. Исследования болезней садовых роз отражены в работах Миско, Клименко, Плугатарь [1–3]. Общеизвестно, что фитопатогенные вредные организмы наносят сильные поражения и повреждения розам, а в крайних случаях могут привести их к гибели [4]. На инфицированных растениях симптомы заболевания проявляются в виде гнилей, различных пятнистостей, налетов на листьях, побегах, бутонах. Устойчивость садовых роз к болезням зависит от их наследственности, агротехники выращивания, возраста растений, а также от условий, в которых они произрастают [5]. Цель нашей работы — проведение исследований на устойчивость чайно-гибридных сортов роз к фитопатогенным вредным организмам, определение видового состава возбудителей микозов и факторов, влияющих на их развитие. Актуальность выбранной темы усиливается тем обстоятельством, что в настоящее время в связи с ввозом посадочного материала из разных регионов опасность распространения инфекционных заболеваний садовых роз усилилась.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования послужили 163 сорта чайно-гибридных роз коллекции Ставропольского ботанического сада. При проведении исследований использовалась Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Наблюдения проводили визуально, в период максимального развития заболеваний (июль — август — сентябрь), на фоне профилактических и защитных мероприятий. Оценка поражаемости сортов чайно-гибридных роз грибными болезнями осуществлялась по 5-балльной шкале Семана, Балыкина [7, 8], где 0 баллов — поражение отсутствует (иммунные); 1 балл — поражено до 10% листьев (практически устойчивые); 2 балла — поражено до 25% листьев, побегов, цветков (слабопоражаемые); 3 балла — поражено до 50% листьев, побегов, цветков (среднепоражаемые); 4 балла — поражено более 50% листьев, побегов, цветков (сильнопоражаемые).

Результаты и их обсуждение

Углубленные исследования по мониторингу заболеваний чайно-гибридных роз в Саду проводили в 2019–2021 гг. Сорта исследуемых роз находятся на одном месте свыше 8 лет, где из года в год накапливаются и сохраняются в почве фитопатогенные грибы, поэтому изучение видового состава возбудителей микозов садовых роз важно в конкретных условиях произрастания. Известно, что климатические условия являются одним из основных факторов, влияющих на устойчивость растений к грибным заболеваниям [9, 10]. Территория Ставропольского ботанического сада, согласно агроклиматическому районирова-

нию, расположена в центральной части Ставропольской возвышенности — зона неустойчивого увлажнения ГТК 0,7–0,9. Среднегодовое количество осадков — от 600 до 700 мм. Самый холодный месяц — январь, среднесуточная температура которого минус 3,6–3,9 °C, самый теплый — июль со среднесуточной температурой воздуха +23–24 °C [11]. Погодные условия Ставропольской возвышенности характеризуются существенной изменчивостью из года в год, это значительные суточные и годовые колебания температуры и количества выпавших осадков за вегетационный период (табл. 1).

По данным Метеопоста № 1 на территории Ставропольского ботанического сада май 2019 года был теплый и дождливый, среднесуточная температура воздуха выше многолетних данных, осадки ливневого характера продолжались на протяжении всего месяца и составили 120 мм при норме 70 мм. Из-за теплой и влажной весны в июне отмечено интенсивное развитие ржавчины (*Phragmidium mucronatum* (Pers.)Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.), черной (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. = *Marssonina rosae* (Lib.) Diet.), серовой (*Septoria rosae* Desm.), и септориозной (*Cercospora rosiola* Pass.) пятнистости. Июль был жаркий, среднесуточная температура воздуха выше многолетних данных, максимальная абсолютная достигала +33–37 °C, осадков выпало меньше многолетних данных, поражаемость растений болезнями значительно снизилась. Этому, вероятно, способствовало и затухание ростовых процессов у чайно-гибридных роз. В сентябре показатели среднесуточной температуры воздуха и количество выпавших осадков, превышающее в 2,6 раза многолетние данные, были благоприятны для развития мучнистой росы (*Podosphaera pannosa* Lew. var. *rosae* Voron.). В условиях Ставропольского ботанического сада она развивается на отдельных сортах, степень поражения зависит от сорта и типа листа. Чайно-гибридные розы с кожистыми глянцевыми и морщинистыми листьями поражаются ею слабо или совсем не заболевают. Поражение молодых листьев происходит сверху вниз в виде белого мучнистого налета на верхней стороне листа, листья скручиваются и опадают, побеги искривляются, бутоны не распускаются; старые листья не поражаются.

В 2020 году погода в мае преобладала относительно холодная, в июне отмечено резкое повышение среднесуточной температуры воздуха до +21 °C (мн. +17,7 °C), количество выпавших осадков превышало многолетние данные в 1,3 раза, что спровоцировало распростране-

Таблица 1. Метеорологические показатели за годы исследования

Table 1. Meteorological indicators for the years of the study

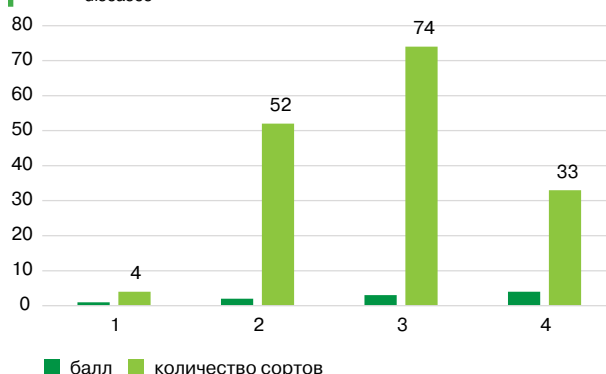
Показатель, единица измерения	месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2019 г.					
Среднесуточная температура воздуха, °C	17,5	23,1	20,4	21,8	15,6
Сумма осадков, мм	120,12	75,4	73,1	25,4	193,3
2020 г.					
Среднесуточная температура воздуха, °C	14,4	21,1	24,1	28,5	19,6
Сумма осадков, мм	84,1	116,0	61,6	6,3	2,5
2021 г.					
Среднесуточная температура воздуха, °C	16,2	19,5	23,6	23,3	13,3
Сумма осадков, мм	171,95	96,1	114,2	96,9	90,4

ние ржавчины (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.), ложной мучнистой росы (*Peronoplasmodium sparsa* (Berk.) Uljan.), разных видов пятнистости и серой гнили (*Botrytis cinerea* Pers.). Серой гнилью чаще поражаются сорта с белой и светло-розовой окраской лепестков. На листьях образуется серый налет, похожий на плесень, на полураспустившихся бутонах появляются светлые пятна, которые впоследствии становятся бурыми, цветок загнивает и высыхает. Пятнистости разных видов появились на листьях в виде черных, коричнево-пурпурных и светло-серых с бурой каймой пятен, что привело к раннему отмиранию листьев, они желтели и опадали. В июле — августе, когда среднесуточная температура воздуха достигала +24–28 °C, а осадков выпало соответственно 61 мм (мн. 80 мм) и 6,3 мм (мн. 53 мм), распространение грибных болезней снизилось.

Весенний период 2021 года был дождливый и характеризовался резкими перепадами между высокими дневными положительными температурами и ночными отрицательными. В мае осадков выпало 172 мм, что в 2,5 раза выше многолетней нормы. В июне также отмечены перепады дневных (+23 °C) и ночных (+10 °C) температур воздуха. Среднесуточная температура воздуха в июле — августе была выше многолетних данных на 1–1,5 °C, количество выпавших осадков превышало многолетние данные в 1,3 раза. В результате сложившихся погодных условий года усилился инфекционный фон всех болезней. Первые признаки *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal. и *Peronoplasmodium sparsa* (Berk.) Uljan. были обнаружены в начале июня. Появление желто-оранжевых порошковых пятен на нижней стороне листьев и красновато-бурых — на верхней способствовало их преждевременному опадению. Кроме листьев, поражаются и побеги, что вызывает их растрескивание. Черная (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. = *Marssonina rosae* (Lib.) Diet.), сероватая (*Septoria rosae* Desm.) и септориозная (*Cercospora rosiola* Pass.) пятнистости на листьях появились в период роста побегов второго порядка (июль — август). По данным Соколова [12] и нашим наблюдениям возбудители микозов растений широко распространяются в годы с большим количеством осадков, при температуре +19–24 °C. Болезнь в первую очередь поражает более старые листья — можно предположить, что это связано с их близким расположением к источнику инфекции, опавшими на землю больными листьями. У большинства сортов наблюдалось преждевременное опадение листьев, ко второй и третьей декаде августа растения были почти полностью оголены, что снизило их декоративность и интенсивность цветения. В сентябре сложились оптимальные условия для вспышки возбудителя мучнистой росы (среднесуточная температура воздуха +13 °C и осадки, в два раза превышающие многолетние). Такое положение можно объяснить недостаточной эффективностью проведенных биологических и химических обработок, которым препятствовала дождливая погода. При использовании биологических методов защиты, которые эффективны в профилактических целях и на начальных этапах заболевания, применяли следующие препараты: Алирин из расчета 10 таблеток на 10 л воды и Фитоспорин-М с нормой применения 6 г на 10 л воды. Для профилактики и лечения болезней роз в ранневесенний и осенний периоды проводили опрыскивание 3%-ным раствором железного купороса, а при первых симптомах заболевания применяли Ордан СП с

Рис. 1. Оценка поражаемости чайно-гибридных сортов роз болезнями

Fig. 1. Assessment of the susceptibility of tea-hybrid varieties of roses to diseases



дозировкой 50 г на 10 л воды. В течение вегетационного периода использовали препараты Топаз 10%, КЭ с нормой применения 4 г на 10 л воды; Беноранд — 10 г на 10 л воды; Раек, КЭ — 2 мл на 10 л воды.

Исследования возбудителей болезней сортов чайно-гибридных роз проводили совместно с сотрудником кафедры химии и защиты растений СГАУ Глазуновой Н.Н. Фитоэкспертизу растительных образцов сортов чайно-гибридных роз анализировали в лабораторных условиях. В образцах исследуемых сортов роз обнаружены следующие фитопатогенные грибы: мучнистая роса (*Podosphaera pannosa* Lew. var. *rosae* Voron.), ложная мучнистая роса (*Peronoplasmodium sparsa* (Berk.) Uljan.), ржавчина, вызванная двумя возбудителями (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.), черная пятнистость — половая стадия (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf.) и бесполовая конидиальная стадия (*Marssonina rosae* (Lib.) Died.), септориоз розы (*Septoria rosae* Desm.), церкоспороз (*Cercospora rosiola* Pass.) и серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.). В ходе проведенных исследований установлено, что разные сорта чайно-гибридных роз поражались далеко не одинаково. По степени устойчивости к комплексу грибных заболеваний 1 балл (практически устойчивые) получили 4 сорта, 2 балла (слабопоражаемые) — 52 сорта, 3 балла (среднепоражаемые) — 74 сорта, 4 балла (сильнопоражаемые) — 33 сорта (рис. 1).

Выводы

Фитосанитарный мониторинг за годы исследований показал, что климатические условия Ставропольского ботанического сада способствовали развитию микозов на сортах роз чайно-гибридной садовой группы. Выявлен видовой состав возбудителей болезней, описаны характер и степень поражения, установлены причины и разработаны способы сдерживания заболеваний. Наиболее распространенными болезнями сортов чайно-гибридных роз являются ржавчина, вызванная двумя возбудителями (*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl., *Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal.), черная (*Diplocarpon rosae* F.A. Wolf. = *Marssonina rosae* (Lib.) Diet.), септориозная (*Septoria rosae* Desm.), сероватая (*Cercospora rosiola* Pass.) пятнистости, мучнистая роса (*Podosphaera pannosa* Lew. var. *rosae* Voron.), ложная мучнистая роса (*Peronoplasmodium sparsa* (Berk.) Uljan.) и серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Миско Л. А. Болезни и защитные мероприятия. М.: Из-во На ука, 1986. 248 с.
2. Клименко З. К., Плугатарь С. А., Кравченко И. Н. и др. Методические рекомендации по культивированию садовых роз (*Rosa* L.) в условиях Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 22-23.
3. Plugatar S. A., Klimenko Z. K., Plugatar Y.V., Mitrofanova I. V. *Garden roses: results of introduction and selection in Nikita botanical garden* // Proceedings of the I International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals – Thailand, 2017. – Asta Horticulturae 1167 – P. 177-179.
4. Plugatar S. A., Klimenko Z. K., Plugatar Y.V., Mitrofanova I. V. *Garden roses: results of introduction and selection in Nikita botanical garden* // Proceedings of the I International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals – Thailand, 2017. – Asta Horticulturae 1167 – P. 177-179.
5. Плугатарь С. А. Устойчивость чайно-гибридных роз болезням и вредителям. Чайно-гибридные розы: биологические особенности, сортооценка, использование в озеленении на Юге России. – Симферополь: «Полипринт», 2019. С. 107-110.
6. Звонарева Л. Н., Клименко З. К., Кравченко И. Н. Фитосанитарная оценка сортов роз миниатюрной садовой группы коллекции Никитского ботанического сада // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*, 2019. № 1(150). С. 85-90.
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Изд-во Колос, 1968. – Вып. 6: Декоративные культуры. 224 с.
8. Семина С. Н., Клименко В. Н., Клименко З. К. Оценка генофонда садовых роз на устойчивость к мучнистой росе // *Бюл. НБС*. Вып. 2(30), 1976. С. 48-54. Балькина Е. Б., Клименко З. К., Звонарева Л. Н. и др. Вредители и болезни садовых роз коллекции Никитского ботанического сада // *Вестник ТвГУ. Серия: Биология и экология*, 2017. № 4. С. 92-100.
9. Бардакова С. А. Влияние неблагоприятных климатических условий на рост и развитие садовых роз в Ставропольском ботаническом саду. *Вестник АПК Ставрополя*, 2017. № 1(25). С. 120-122.
10. Звонарева Л. Н. Мучнистая роса садовых роз и меры борьбы с ней в Никитском ботаническом саду // *Сборник научных трудов ГНБС*. – Ялта, 2017. Том 145. С. 258-262.
11. Кольцов А. Ф., Бардакова С. А. Виды шиповника (*Rosa* L.) в Ставропольском ботаническом саду. *Вестник АПК Ставрополя*, -2019. № 2(34) С. 62-64.
12. Соколов Н. И. Розы. М.: ВО «Агропромиздат», -1991. С.130-133.

ОБ АВТОРЕ:

Бардакова Светлана Анатольевна, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии Ставропольского ботанического сада им. В.В. Скрипчинского — филиала Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра

REFERENCES

1. Misko L. A. // Diseases and protective measures. Moscow: Iz-vo Nauka, 1986. 248.p (in Russ.).
2. Klimenko Z. K., Plugatar S. A., Kravchenko I. N., et al. Guidelines for the cultivation of garden roses (*Rosa* L.) in the conditions of the southern coast of Crimea. – Simferopol: IT «ARIAL», 2019. P. 22-23. (in Russ.).
3. Plugatar S. A., Klimenko Z. K., Plugatar Y.V., Mitrofanova I. V. *Garden roses: results of introduction and selection in Nikita botanical garden* // Proceedings of the I International Symposium on Tropical and Subtropical Ornamentals – Thailand, 2017. – Asta Horticulturae 1167 – P. 177-179.
4. Plugatar S. A. Resistance of hybrid tea roses to diseases and pests. Hybrid tea roses: biological characteristics, variety assessment, use in landscaping in the South of Russia. Simferopol: «Polyprint», 2019, P. 107-110. (in Russ.).
5. Zvonareva L. N., Klimenko Z. K., Kravchenko I. N. Phytosanitary assessment of rose varieties of miniature garden group of the Nikitsky botanical garden collection // *Plant biology and horticulture: theory, innovation*, 2019. No. 1 (150). P. 85-90. (in Russ.). DOI 10.36305/2019-1-150-85-92
6. Methodology of the State variety testing of agricultural crops. - Moscow: Kolos Publishing House, 1968. - Issue. 6: Ornamental crops. 224 p. (in Russ.).
7. Semina S. N., Klimenko V. N., Klimenko Z. K. Assessment of the gene pool of garden roses for resistance to powdery mildew // *Bul. NBS*. Issue 2 (30), 1976. P. 48-54. (in Russ.).
8. Balykina E. B., Klimenko Z. K., Zvonareva L. N. et al. Pests and diseases of garden roses from the collection of Nikitsky botanical garden // *Bulletin of TvSU. Series: Biology and Ecology*, 2017. No. 4. P. 92-100. (in Russ.).
9. Bardakova S. A. The influence of unfavorable climatic conditions on the growth and development of garden roses in the Stavropol botanical garden. *Bulletin of the APK of Stavropol*, 2017. No. 1 (25) P. 120-122. (in Russ.).
10. Zvonareva L. N. Powdery mildew of garden roses and measures to combat it in the Nikitsky botanical garden // *Collection of scientific works of GNBS*. - Yalta, 2017. Vol. 145. P. 258-262. (in Russ.).
11. Koltsov A. F., Bardakova S. A. Types of rosehip (*Rosa* L.) in the Stavropol botanical garden. *Bulletin of the APK of Stavropol*, 2019. No. 2 (34) P. 62-64. (in Russ.). DOI:10.31279/2222-9345-2019-8-34-62-64
12. Sokolov N. I. *Roses*. M: VO «Agropromizdat», 1991. P. 130-133. (in Russ.).

ABOUT THE AUTHOR:

Bardakova Svetlana Anatolyevna, Senior Researcher of the Laboratory of Dendrology of the Stavropol Botanical Garden named after V.V. Skripchinsky — branch of North-Caucasian Federal Agrarian Research Center

УДК 631.53.635.932

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-109-112>

исследования/ research

Исаенко Т. Н.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Ставрополь, ул. Ленина, 478

E-mail: tatyana.isaenko.50@mail.ru

Ключевые слова: травянистые многолетники, теневыносливые растения, озеленение, феноритмотип, засухоустойчивость, декоративность**Для цитирования:** Исаенко Т. Н. Травянистые многолетники для озеленения теневого сада. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 109–112.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-109-112>**Автор несет ответственность за работу и представленные данные.****Tatyana N. Isaenko**

FSBSI "North-Caucasus Federal Agrarian Research Center", 355029, Stavropol, Lenin st., 478

E-mail: tatyana.isaenko.50@mail.ru

Key words: herbaceous perennials, shade-tolerant plants, landscaping, phenorhythmotype, drought resistance, decorative effect**For citation:** Isaenko T.N. Herbaceous perennials for gardening shade garden. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 109–112. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-109-112>**The author bear responsibility for the work and presented data.**

Травянистые многолетники для озеленения теневого сада

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Впервые в результате проведенной научно-исследовательской работы по изучению акклиматизации и адаптационных особенностей теневыносливых растений предложен ассортимент декоративных и устойчивых для Ставрополья травянистых многолетников, используемых для озеленения теневых участков.**Методика.** Основы интродукции растений, Карпун, 2016; Методика фенологических наблюдений в ботанических садах, ГБС, 1975; Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири, Фомина, 2012; Оценка успешной интродукции по данным визуальных наблюдений, Карпионовна, 1978. Видовые названия изучаемых растений уточнялись по Черепанову, 1995 и интернет-ресурсу.**Результаты.** Научно-исследовательская работа по изучению показателей, характеризующих группу теневыносливых травянистых многолетников как с научной, так и с практической точки зрения, проводилась в течение 2017–2021 гг. Установлены наиболее устойчивые к засухе виды. Экстремальные погодные условия не отразились на их жизненных показателях, растения выглядели нормально развитыми, здоровыми, обильно цвели, активно плодоносили. В результате научных исследований установлено, что большая часть изучаемых многолетников относится к полутеневыносливым растениям весенне-летне-осеннезеленого феноритмотипа, которые вегетируют с ранней весны и до глубокой осени. Различия по высоте растений и декоративным признакам позволяют распределить их на разные типы цветников озеленяемой территории. Одной из основных задач проведенной научно-исследовательской работы является расширение ассортимента и привлечение тенелюбивых декоративных многолетников для озеленения Ставрополя и других, более засушливых населенных пунктов нашего края. Теневыносливые виды и культивары являются хорошей научной базой для проведения региональных экологических семинаров, консультаций по агротехнике выращивания и распределению растений на разных участках теневого сада.

Herbaceous perennials for gardening shade garden

ABSTRACT

Relevance. For the first time as a result of the research work carried out to study the acclimatization and adaptive features of shade-tolerant plants an assortment of ornamental and resistant herbaceous perennials for the Stavropol region, used for landscaping shady areas, has been proposed.**Methodology.** Fundamentals of plant introduction, Karpun, 2016; Methods of phenological observations in botanical gardens, GBS, 1975; Biological features of ornamental plants of natural flora in Western Siberia, Fomina, 2012; Evaluation of successful introduction according to visual observations, Karpisonova, 1978. The species names of the studied plants were specified according to Cherepanov, 1995 and the Internet resource.**Results.** Research work on the study of indicators characterizing the group of shade-tolerant herbaceous perennials, both from a scientific and practical point of view, was carried out during 2017–2021. Long dry period 2018–2020 in the Stavropol Territory had a negative impact on the general condition of shade-loving plants. The most drought-resistant species were established. Extreme weather conditions did not affect their vital signs, the plants looked normally developed, healthy, bloomed profusely, actively fruited. As a result of scientific research it was found that most of the studied perennials belong to semi-shade-tolerant plants, spring-summer-autumn green phenorhythmotype — vegetative from early spring to late autumn. The difference in height of plants and decorative features allows to distribute them into different types of flower beds on gardening areas. One of the main tasks of the research work carried out is to expand the range and attract shade-loving ornamental perennials for gardening in Stavropol and other, more arid settlements of our region. Shade-tolerant species and cultivars are a good scientific basis for holding regional ecological seminars, consultations on agrotechnics of growing and distribution of plants in different parts of the shady garden.Поступила: 27 января 2022
Принята к публикации: 5 мая 2022Received: 27 January 2022
Accepted: 5 May 2022

Введение

Ботанические сады, ведущие последовательную работу по мобилизации мировых растительных ресурсов в большинстве природно-климатических зон страны, представляют собой крупные интродукционные центры, сосредоточившие на своих коллекционных участках и экспозициях исключительно большое видовое и сортовое разнообразие декоративных растений [1].

Большинство проведенных к настоящему времени исследований связано с вопросами устойчивости интродуцентов. Устойчивость — одна из фундаментальных естественно-научных проблем, интерес к которой возрастает в связи с необходимостью решения вопросов взаимодействия общества и природы, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Большой интерес в качестве объектов исследования представляют травянистые многолетники. Исследования этой группы растений имеют и ярко выраженную практическую направленность, так как многолетники занимают ведущее место в современном ассортименте декоративных травянистых растений, используемых в озеленении и любительском цветоводстве [2]. Многолетние цветочные растения разнообразны по своим декоративным качествам, строению подземных органов, срокам цветения, требованиям к условиям произрастания и другим признакам [3].

В коллекциях цветочно-декоративных многолетников и редких и исчезающих видов на территории Став-

ропольского ботанического сада (СБС) значительное место занимают теневыносливые растения. Особую заинтересованность представляли полутеневыносливые и тенелюбивые декоративные растения — это виды и культивары, которые не переносят прямых солнечных лучей, но хорошо заполняют тенистые уголки озеленяемых территорий. В связи с отсутствием ассортимента и недостаточной информацией у нас в крае по применению этой группы растений в озеленении, одной из основных задач проведенных исследований является привлечение ранее не использованных теневыносливых видов и культиваров для паркового строительства.

Материалы и методы исследований

Научно-исследовательская работа по изучению эколого-биоморфологических показателей, декоративных качеств, устойчивости к неблагоприятным погодным условиям тенелюбивых и теневыносливых травянистых многолетников проводилась на территории научных коллекций СБС в 2017–2021 гг. Объектами изучения являлись: *Aegopodium podagraria* L. var. *variegata*, *Anemone japonica* Sieb. et Juss., *Bergenia crassifolia* Fritsch, *Convallaria transcaucasica* Utcin ex Grossh. majalis L., *Cyclamen coum* Mill., *Galanthus caucasicus* Grossh., *Geranium macrorrhizum* L., *Helleborus caucasicus* A. Br., *Heuchera sanguinea* Engelm., *Lysimachia nummularia* L. var. *aurea*, *Tiarella cordifolia* L., *Vinca minor* L. Продолжительный засушливый период 2018–2020 гг. (июнь —

Таблица 1. Эколого-биоморфологические показатели теневыносливых многолетников

Table 1. Ecological and biomorphological indicators of shade-tolerant perennials

Вид	Экологические условия произрастания		Феноритмотип	Высота растений, см (средняя)	Период цветения	Красивоцветущие	Лиственно-декоративные
	тень	полутень					
<i>Aegopodium podagraria</i> L. var. <i>variegata</i> Сныть обыкновенная ф. пестролистная	—	+	ВЛОЗ	37,5	РЛ	—	+
<i>Anemone japonica</i> Sieb. et Juss. Ветреница японская	—	+	ВЛОЗ	73,0	ПЛО	+	+
<i>Bergenia crassifolia</i> Fritsch Бадак толстолистный	—	+	ВЛОЗЗ	39,3	В	+	+
<i>Convallaria transcaucasica</i> Utcin ex Grossh. majalis L. Ландыш закавказский	+	+	ВЛОЗ	20,7	В	+	—
<i>Cyclamen coum</i> Mill. Цикламен коковский	+	+	ВЗ, ОЗЗ	11,4	РВ	+	+
<i>Galanthus caucasicus</i> Grossh. Подснежник кавказский	—	+	ВЗ	14,5	РВ	+	—
<i>Geranium macrorrhizum</i> L. Герань крупнокорневищная	+	—	ВЛОЗЗ	19,3	РЛ	—	+
<i>Helleborus caucasicus</i> A. Br. Морозник кавказский	+	+	ВЛОЗЗ	37,2	РВ	+	+
<i>Heuchera sanguinea</i> Engelm. Гейхера кроваво-красная	—	+	ВЛОЗ	40,4	РЛ	+	—
<i>Lysimachia nummularia</i> L. var. <i>aurea</i> Вербейник монетный ф. золотая	—	+	ВЛОЗЗ	5,6	—	—	+
<i>Tiarella cordifolia</i> L. Тиарелла сердцелистная	+	+	ВЛОЗЗ	49,1	Л	—	+
<i>Vinca minor</i> L. Барвинок малый	—	+	ВЛОЗЗ	15,7	В		+

Условные обозначения: ВЗ — весеннезеленый; ВЛОЗ — весеннее-летне-осеннезеленый; ВЛОЗЗ — весеннее-летне-осеннее-зимнезеленый; ОЗЗ — осеннее-зимнезеленый феноритмотип; РВ — ранневесеннецветущие; В — весеннецветущие; РЛ — ранне-летнецветущие; Л — летнецветущие; ПЛО — позднелетнеосеннецветущие.

сентябрь) значительно усложнял их выращивание в открытом грунте. В июле — августе максимальные абсолютные температуры в отдельные дни превышали +35 °С; осадков выпадало немного, в основном ливневого характера; преобладали сильные ветры до 20 м/с восточного направления. Почвенный покров представлен черноземом выщелоченным, среднесуглинистым по механическому составу, малогумусным. Исследования проводились по следующим методическим пособиям: Основы интродукции растений, Карпун, 2016 [4]; Методика фенологических наблюдений в ботанических садах, ГБС, 1975 [5]; Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири, Фомина, 2012 [6]; Оценка успешной интродукции, Карпионов, 1978 [7]. Видовые названия изучаемых растений уточнялись по Черепанову, 1995 [8] и интернет-ресурсу [9].

Результаты

В коллекциях цветочно-декоративных многолетников и редких и исчезающих видов (500 таксонов) в настоящее время произрастает более пятидесяти полутенево-носильных и тенелюбивых видов и культиваров. В данной работе представлены показатели, характеризующие группу декоративных и устойчивых к неблагоприятным погодным условиям растений. Многолетний опыт работы с этими культурами позволил в плане морфологии и биологии роста и развития изучить широкий спектр их адаптивных особенностей (табл. 1).

Для правильного размещения растений в тенистом саду необходимо знать их отношение к освещенности. Большая часть изучаемых видов и культиваров относится к полутеневоносильным растениям, то есть предпочитают легкую тень, сохраняя, таким образом, пестролистность или яркий окрас листьев.

В результате регулярного проведения фенологических наблюдений установлены календарные сроки основных фенофаз, определены феноритмотипы изучаемых видов и культиваров [10, 11]. Нами установлено, что 50% таксонов относятся к весенне-летне-осенне-зимнезеленому феноритмотипу — это вечнозеленые виды и культивары. Присутствуют также растения, вегетирующие с ранней весны и до глубокой осени — весенне-летне-осеннезеленого феноритмотипа. К весеннезеленому и осенне-зимнезеленому относятся геофиты: подснежник кавказский и цикламен косский.

В таблице приведены данные высоты растений для нашей зоны. В другом регионе с другими погодными условиями габитус травянистых многолетников будет варьировать в сторону увеличения или уменьшения.

Для климатической зоны г. Ставрополя выделены следующие группы растений по срокам цветения: ранневесеннецветущие — февраль, март; весеннецветущие — апрель, середина мая; ранне-

летнецветущие — середина мая, середина июня; летнецветущие — середина июня, середина июля; позднелетнеосеннецветущие — середина августа, середина сентября; осеннецветущие — середина сентября, октябрь. В предлагаемом списке растений отсутствует осеннецветущая группа многолетников. У большей части растений цветение приходится на весеннее время года. Раньше всех в наших условиях зацветают *Cyclamen coum* и *Helleborus caucasicus* (февраль, март), устойчивые к заморозкам и снежному покрову. Они ежегодно обильно плодоносят и обладают повышенной способностью к самоподдержанию.

Наиболее ценным качеством растений для тенистого сада является их теневыносливость. Декоративно цветущие виды и культивары придают особую колоритность озеленяемой территории. Практически все тенелюбивые растения предпочитают влажную или переувлажненную среду (воздуха или почвы). Отсутствие полива на коллекционных грядках отрицательно сказалось на общем состоянии растений. В связи с этим выделены наиболее устойчивые к засухе виды. Экстремальные погодные условия не отразились на их жизнестойкости, растения выглядели нормально развитыми, здоровыми, обильно цвели, активно плодоносили, в связи с этим мы предлагаем их для посадки в засушливые восточные районы Ставропольского края.

Распределяя тенелюбы в виде миксбордера, ближе к деревьям размещают столонобразующие или наземно-ползучие виды и культивары: *Vinca minor*, *Convallaria transcaucasica*, *Aegopodium podagraria* var. *variegata* и др. *Vinca minor* — очень агрессивное почвопокровное растение, на неполивных участках парковой зоны быстро разрастается и выполняет роль газона. *Bergenia crassifolia*, *Helleborus caucasicus*, *Anemone japonica*, *Heuchera sanguinea* предпочитают легкую тень, но могут произрастать и на открытых солнечных участках, в таком случае при высоких положительных температурах (выше 30°) необходим полив.

Все изучаемые виды являются научной базой для проведения региональных экологических семинаров. Наиболее декоративные (*Anemone japonica*, *Bergenia crassifolia*, *Convallaria transcaucasica*, *Cyclamen coum*, *Helleborus caucasicus*) размножены и переданы в Отдел научного внедрения.

Выводы

Изучаемые травянистые многолетники разделяются на полутеневоносильные и теневыносливые, красивоцветущие и лиственнодекоративные по эколого-биоморфологическим показателям, также отличаются по высоте и срокам цветения. Впервые предложены декоративные и устойчивые к неблагоприятным погодным условиям Ставрополя травянистые многолетники для использования на теневых участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова Г. А. Многолетние декоративные травянистые растения для культивирования в среднетаежной подзоне Республики Коми. Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН. 2018. 103 с.
2. Володько И. К., Лунина Н. М., Свитковская О. И. и др. Декоративные многолетники: результаты интродукции и перспективы использования в народном хозяйстве. Минск: изд-во «Белорусская наука». 2008. 213 с.
3. Немченко Э. П. Многолетние цветы в саду. Москва: из-во ЗАО «Фитон». 2001. 271 с.
4. Карпун Ю. Н. Основы интродукции растений. — Санкт-Петербург: 2002. 31 с.

5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Москва. 1975. 22 с.

6. Фомина Т. И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск: академическое издательство 'Гео'. 2012. 177 с.

7. Карпионов Р. А. Оценка успешной интродукции по данным визуальных наблюдений. // Тезисы докладов VI делегатского съезда ВБО. Ленинград. 1978. С. 175-176.

8. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья-95. 1995. 990 с.

9. Плантаариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007 — 2020; <https://www.plantarium.ru/page/view/item/48880.html> (дата обращения 24.01.22г.).

10. Исаенко Т. Н. Итоги интродукционной работы с декоративными многолетниками за период 1995-2018 годы. Новости науки в АПК. 2019. № 1-1 (12). С. 62-66. DOI:10.25930/jt-n461

11. Пополнить генетические коллекции растений, изучить и создать новые генотипы и сорта плодовых и декоративных культур по комплексу хозяйственно ценных и декоративных

признаков, сочетающих высокую адаптивность, технологичность и продуктивность, пригодных для разработки ресурсосберегающих технологий. Кожевников В.И. др. [Отчет о НИР (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), за 2018 год.

REFERENCES

1. Volkova G. A. Perennial ornamental herbaceous plants for cultivation in the Middle Taiga subzone of the Komi Republic. Syktyvkar: IB Komi NC UrO RAS. 2018. 103 c.]
2. Volodko I. K., Lunina N. M., Svitkovskaya O. I. et al. Ornamental perennials: results of introduction and prospects for use in the national economy. Minsk: Belarusian Science Publishing House. 2008. 213 p.
3. Nemchenko E.P. Perennial flowers in the garden. Moscow: from CJSC Fiton. 2001. 271 p.
4. Karpun Yu.N. Fundamentals of plant introduction. - Saint Petersburg. 2002. 31 p.
5. Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR. Moscow. 1975. 22 p.
6. Fomina T.I. Biological features of ornamental plants of natural flora in Western Siberia. Novosibirsk: academic publishing house 'Geo'. 2012. 177 p.
7. Karpisonova R. A. Evaluation of successful introduction

according to visual observations. // Abstracts of the reports of the VI delegate congress of the UBO. Leningrad. 1978. Pp. 175-176.

8. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and neighboring states. St. Petersburg: Peace and family-95. 1995. 990 p.

9. Plantarium: an open online identification atlas of plants and lichens in Russia and neighboring countries. 2007-2020; <https://www.plantarium.ru/page/view/item/48880.html> (accessed 24.01.22 г.)

10. Isaenko T. N. Results of introduction work with ornamental perennials for the period 1995-2018. Science news in the agro-industrial complex. 2019. No. 1-1 (12). Pp. 62-66.

11. To replenish the genetic collections of plants, to study and create new genotypes and varieties of fruit and ornamental crops according to a complex of economically valuable and decorative features combining high adaptability, adaptability and productivity, suitable for the development of resource-saving technologies. Kozhevnikov V.I. et al. Research Report (Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation), for 2018.

ОБ АВТОРЕ:

Исаенко Татьяна Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории цветоводства Ставропольского ботанического сада им. В.В. Скрипчинского — филиала Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра

ABOUT THE AUTHOR:

Isaenko Tatyana Nikolaevna, Senior Researcher of the Laboratory of Floriculture of the Stavropol Botanical Garden named after V.V. Skripchinsky — branch of North-Caucasian Federal Agrarian Research Center

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

В 2021 году российские садоводы увеличили урожай на 9%

В настоящее время в садоводческих хозяйствах и питомниках страны в разгаре уходовые работы, сообщает пресс-служба Минсельхоза России. Проводится подкормка, обработка деревьев и ягодных кустарников от вредителей и болезней.

За последние 5 лет производство плодово-ягодной продукции в организованном секторе РФ выросло примерно на 65%, а за 10 лет – в 3,5 раза. В 2021 году садоводы увеличили урожай на 9%, до рекордных 1,43 млн т. К 2030 году министерство планирует рост до 2,2 млн т фруктов и ягод.

В РФ также активно развивается питомниководство. Основное производство посадочного материала сосредоточено в Южном, Северо-Кавказском, Центральном, Приволжском и Сибирском округах. Растут объемы использования российских саженцев – по итогам 2021 года доля их использования составила 75%.



В России растет производство садовой земляники

Земляника садовая традиционно является наиболее распространенной ягодной культурой, которую выращивают во всех зонах РФ, сообщила пресс-служба Минсельхоза России. По данным министерства, первыми к уборке ягоды приступили хозяйства Юга и Северного Кавказа. На сегодняшний день в организованном секторе ее собрано более 1 тыс. т, что на 26,6% больше прошлогоднего показателя (при этом около 90% выращено в защищенном грунте). В ближайшее время начнется массовая уборка урожая ягод по всей стране.

В сообщении также отмечено, что значительные объемы земляники садовой производятся крупными личными подсобными хозяйствами Северного Кавказа, реализующими свою продукцию и в других регионах России.

МИРАВИС® НЕО — ФУНГИЦИД ДЛЯ АГРАРИЕВ НОВОГО ВРЕМЕНИ. ЗДОРОВЫЕ ЗЕРНОВЫЕ — ЛЕГКО!

Рост цен на пшеницу влечет интенсификацию российского сельского хозяйства. Сейчас без использования фунгицидов фактически невозможно получить хороший урожай, поэтому развитие рынка направлено на поиск новых действующих веществ, способных надежно защитить растение.

«Сингента» в 2022 году зарегистрировала в России МИРАВИС® Нео — инновационный мощный фунгицид на основе технологии АДЕПИДИН® с физиологическим действием для продолжительной защиты зерновых культур в период вегетации от широкого спектра грибных заболеваний.

НОВАЯ ЭРА В ФУНГИЦИДНОЙ ЗАЩИТЕ

Технология АДЕПИДИН® разработана учеными компании «Сингента». В ее основу заложен уникальный карбоксамид нового поколения (SDHI — ингибиторы сукцинатдегидрогеназы), который обеспечивает кардинально новый уровень длительной защиты сельскохозяйственных культур от широкого спектра грибных заболеваний. МИРАВИС® Нео зарегистрирован в России для применения на яровых и озимых пшенице и ячмене против листовых пятнистостей (септориоз, пиренофороз пшеницы, ринхоспориоз и гельминтоспориозы ячменя), мучнистой росы, ржавчин. Фунгицид показывает отличные результаты при воздействии некритических абиотических стрессов (высокие температуры, недостаток влаги, высокая инсоляция и др.).

В составе фунгицида МИРАВИС® Нео — три действующих вещества:

- технология АДЕПИДИН® — карбоксамид последнего поколения;
- технология АМИСТАР® (азоксистробин) — проверенный временем стробилурин;
- пропиконазол — стандарт в триазольной защите от пятнистостей.

Сбалансированная формуляция в комплексе с адъювантами гарантирует качественное покрытие и проникновение фунгицида в растение. Препарат лечит болезни, уже имеющиеся на момент обработки, и не допускает нового инфицирования.

ПОЧЕМУ АГРАРИЯМ СТОИТ ВЫБРАТЬ МИРАВИС® НЕО?

Фунгицид МИРАВИС® Нео — это:

- превосходная дождеустойчивость, обеспечивающая высокую эффективность даже в сложных погодных условиях;

- широкий спектр действия — МИРАВИС® Нео эффективен против большого количества грибных заболеваний;

- длительный период защиты даже при сильной агрессивности патогенов;

- широкий диапазон зарегистрированных норм применения (0,5–1,0 л/га), что позволяет гибко встраивать фунгицид в систему защиты исходя из инфекционной нагрузки;

- быстрый лечебный эффект;

- универсальное решение: МИРАВИС® Нео встраивается в любую технологию возделывания;

- сочетание двух технологий — АДЕПИДИН® и АМИСТАР® — что обеспечивает мощное физиологическое действие.

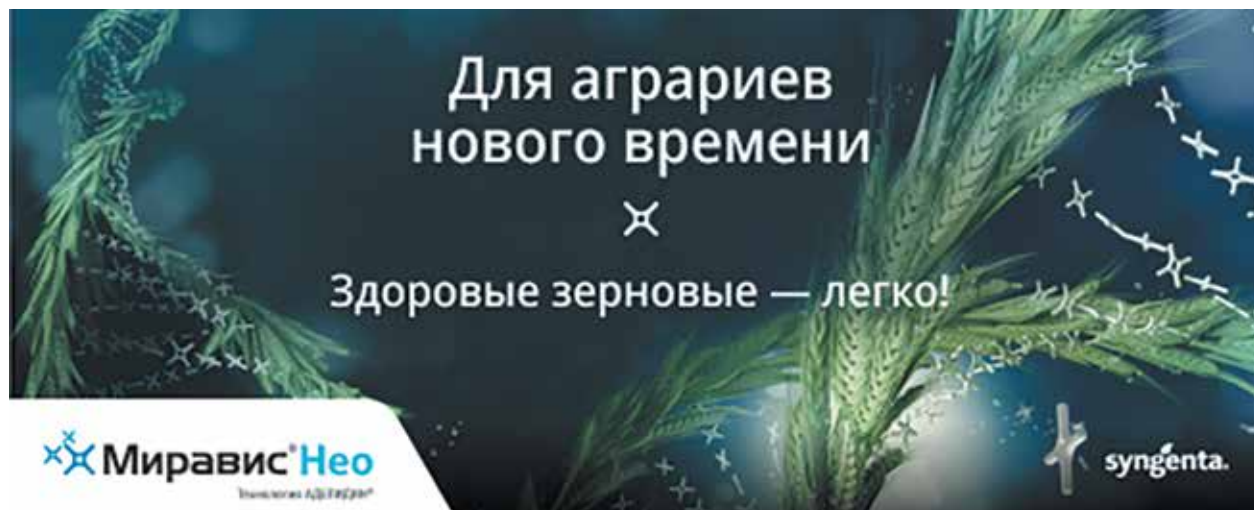
Применение МИРАВИС® Нео в фазы конца кущения — начала выхода в трубку демонстрирует отличный антиспорулянтный эффект в профилактике развития прикорневых гнилей и обеспечивает длительную защиту от всех основных листостебельных грибных заболеваний. Благодаря двойному физиологическому действию, основанному на технологиях АДЕПИДИН® и АМИСТАР®, фунгицид позволит культуре реализовать максимальный потенциал урожайности за счет сохранения стеблестоя и количества зерен в колосе.

Технический эксперт отдела фунгицидов «Сингенты» Мария Мустафина: «Для реализации уже заложенного потенциала сорта следует применять МИРАВИС® Нео от конца фазы выхода в трубку до флагового листа. Это надолго сохранит листья здоровыми и даст больший налив зерна».

Обработка препаратом в фазу флагового листа оказывает мощное озеленяющее действие и формирует иммунитет растения.

Эксперт «Сингенты» также отметила: «В жарких и засушливых условиях растение при использовании МИРАВИС® Нео сможет обеспечить баланс между сохранением влаги (транспирацией) и фотосинтезом, то есть в условиях стресса культура будет чувствовать себя довольно комфортно».

Фунгицид МИРАВИС® Нео для применения на яровых и озимых пшенице и ячмене будет доступен для заказа у официальных дистрибьюторов «Сингенты» в России в сезоне 2022/23.



ДЕФИЦИТА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НЕ ОЖИДАЕТСЯ?

Опасения сельхозпроизводителей России, связанные с возможной нехваткой химических средств защиты растений (ХСЗР), а также с их значительным удорожанием, не лишены оснований. Их связывают с нарушениями международных логистических цепочек и возможностью ухода иностранных производителей с российского рынка, а также трудностями финансовых расчетов с зарубежными поставщиками из-за введенных санкций против ряда российских банков. В этом сельскохозяйственном сезоне пестицидов хватит на всех. Но чтобы не допустить сбоев поставок в последующие годы, правительство РФ и отечественные производители СЗР ищут пути смягчения и нивелирования негативных факторов.

ПОСТАВКИ НАДО КОРРЕКТИРОВАТЬ

Проблемы с обеспечением сельхозпроизводителей средствами защиты растений возникли еще в начале 2020 года. Это было связано с пандемией, сокращением производства в Китае, логистическими проблемами.

Цены на ХСЗР начали расти уже во второй половине 2021 года. Причина — нарушение логистических цепочек мировой торговли и остановка ряда производств химических компонентов, которые используются при создании готовых пестицидов. Напомним, что в России действующие вещества (ДВ) ХСЗР пока не производятся, а основными их поставщиками на мировой рынок являются Китай и Индия. Львиная доля контейнерных перевозок контролируется компаниями из недружественных стран. Неудивительно, что именно этот сегмент особенно сильно пострадал из-за антироссийских санкций. Проблема поставок ДВ усугубилась и по причине усилившихся в последнее время карантинных антиковидных мероприятий в Китае.

Еще одно затруднение — возможная нехватка поверхностных активных веществ (ПАВ), большая часть из них закупалась у западных партнеров. Ряд из них уже заявил об уходе с российского рынка. Аналогичные заявления сделали американские и европейские производители готовых форм химических средств защиты растений.

В 2022 году, по данным Минсельхоза РФ, аграрии полностью обеспечены ХСЗР. Общий объем агрохимикатов составил 207 тыс. тонн, что позволяет однократно обработать 100 млн га посевных площадей. Однако уже сегодня требуется корректировка схем поставок необходимых для обеспечения производства компонентов.

О перспективах развития отечественного рынка СЗР рассказала **Ксения Полякова, руководитель направления регистрации средств защиты растений группы компаний «Шанс»**. По ее словам, сдерживающим фактором на сегодня остаются логистические проблемы при перевозке опасных грузов из портов Китая и Индии. С другой стороны, уход с российского рынка западных компаний существенного влияния на производство СЗР отечественными компаниями и обеспечение ими аграриев не окажет.

— Китай и Индия — самодостаточные производители готовых СЗР и активных ингредиентов. Со стабильными и давними партнерами из этих стран у нас выстроена многолетняя совместная работа. Они готовы идти навстречу по объемам, срокам поставок, а также предоставить возможность оплаты в их национальной валюте или в рублях, — подчеркнула она.



Ксения Полякова

С 1 июля 2022 г. в России информация о применении пестицидов и агрохимикатов будет публиковаться в открытых источниках и станет доступной для граждан, бизнеса, экологов, аграриев и экспертов. В перечне публикуемых сведений: подробная информация об индивидуальном предпринимателе или организации, которые используют пестициды и агрохимикаты, кадастровые номера земельных участков, где применяют такие вещества, даты запланированных работ по их применению, название используемого пестицида (агрохимиката), действующее вещество, способ и дозировка применения.



Завод «Шанс Энтепрайз» в Липецкой области — одно из крупнейших в Европе предприятий по выпуску ХСЗР

ЧЕМ ПОМОЖЕТ ГОСУДАРСТВО

Если говорить о готовых формах пестицидов, то, по данным Российского Союза производителей ХСЗР, их доля от общего потребления в 2021 году составила 54%, или 115,4 тыс. т в физическом выражении. Последние 10 лет шел неуклонный рост производства этой продукции, соответственно, увеличивалась и доля присутствия на внутреннем рынке.

Ксения Полякова отметила, что и проблема обеспечения качественными ПАВ на сегодня решаема, поскольку имеется возможность подобрать аналоги в Китае или Индии. И это никак не повлияет на качество конечной продукции. Кроме того, ПАВ начали производить в России, уверенно развивается химическая промышленность в Африке и на Ближнем Востоке.

Что касается производства действующих веществ в России, сегодня над решением этого вопроса активно работают Минпромторг РФ совместно с Российским союзом производителей химических средств защиты растений и РХТУ им. Менделеева.

В сложившейся ситуации производители ХСЗР рассчитывают на государственную поддержку. В Минпромторге, в частности, для того чтобы обеспечить стабильность перевозок, рассматривают возможность закупки контейнеров за рубежом. Минтранс, в свою очередь, рассматривается возможность развития новых логистических коридоров. Речь здесь может идти о каспийском направлении Международного транспортного коридора «Север — Юг». Маршрут призван обеспечивать доставку грузов из Индии, Ирана и стран Персидского залива.

В Российском союзе производителей ХСЗР сообщают, что с органами государственной власти продолжается работа по созданию резервного фонда ХСЗР

на уровне не менее 20 тыс. т. Это поможет снизить для аграриев риски в случае отмены поставок препаратов зарубежными поставщиками.

При этом сегодня, пока идет поиск новых путей доставки и поставщиков, повышение стоимости фрахта контейнеровозов и удорожание сырья на мировых рынках являются объективными факторами роста цен на ХСЗР.

Напомним также, что Минпромторг РФ утвердил перечень товаров, которые могут ввозиться в Россию без разрешения право- и патентообладателей, производителей, а также официальных дилеров, легализовав так называемый «параллельный импорт». В перечень, помимо прочего, включили химические органические и неорганические соединения, в том числе и те, которые используются в качестве компонентов для производства отечественных пестицидов.

Как отмечает Ксения Полякова, параллельный импорт является мерой экстренной и временной. Эти шаги позволят избежать дефицита ХСЗР и обеспечить продовольственную безопасность страны. В дальнейшем параллельный импорт должен быть либо систематизирован, либо внедрен в систему прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов «Сатурн». Постановление о ее создании утвердил председатель Правительства РФ Михаил Мишустин.

— Производство группы компаний «Шанс» уже подготовлено к интеграции с системой «Сатурн», — говорит **эксперт ГК «Шанс» Ксения Полякова**. — Продукция завода «Шанс Энтепрайз» маркируется на всех этапах производства и имеет коды Дата Матрикс. Это, кроме возможности отслеживать путь каждой канистры, позволяет гарантировать потребителям подлинность и качество препаратов компании.

В.А. Ельников

УДК 631.358:635.34

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-116-121>

исследования/ research

**Алатырев С.С.,
Алатырев А.С.,
Кручинкина И.С.**

Чувашский государственный аграрный университет, 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29
E-mail: S_Alatyrev1955@mail.ru

Ключевые слова: машинная уборка капусты, укладка кочанов в контейнеры, ленточное транспортирующее устройство, обоснование количества обслуживающего персонала, теория массового обслуживания

Для цитирования: Алатырев С.С., Алатырев А.С., Кручинкина И.С. Моделирование технологии бережной машинной уборки кочанной капусты. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 116–121.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-116-121>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Sergey S. Alatyrev,
Aleksey S. Alatyrev,
Irina S. Kruchinkina**

Chuvash State Agrarian University, 428000, Cheboksary, K. Marx st., 29
E-mail: S_alatyrev1955@mail.ru

Key words: machine harvesting of cabbage, laying heads in containers, belt conveying device, justification of the number of service personnel, queuing theory

For citation: Alatyrev S.S., Alatyrev A.S., Kruchinkina I.S. Mathematical modeling of the technology of gentle machine harvesting of cabbage. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 116–121. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-116-121>

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

The authors declare no conflict of interest.

Моделирование технологии бережной машинной уборки кочанной капусты

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последние годы во многих странах мира, в частности в Дании, Бельгии, Канаде, Китае, Японии, Белоруссии, Казахстане, а также в нашей стране, проявляют повышенный интерес к механизации процесса уборки кочанной капусты. Уборка урожая с использованием машин сокращает трудозатраты более чем в 3 раза. В то же время в связи с внедрением традиционных механизированных технологий на уборке капусты возникала проблема, связанная с сохранением исходного качества продукции, поскольку при отгрузке кочанов в кузов транспортного средства навалом, а также в процессе закладки на хранение происходит их механическое повреждение.

Методы. В этой связи предлагается и обосновывается машинная уборка кочанной капусты с ручной бережной укладкой кочанов в контейнеры, установленные в кузове сопровождающего транспортного средства, с использованием ленточного транспортирующего устройства. Процесс механизированной уборки капусты по предложенной технологии будет стабильным при обеспечении необходимой интенсивности перекалывания кочанов с полотна ленточного транспортирующего устройства в контейнеры. В этой связи в целях оптимизации технологических параметров смоделирован рабочий процесс предлагаемого способа уборки капусты с использованием элементов теории массового обслуживания.

Результаты. Смоделировав предложенный процесс машинной уборки капусты в щадящем режиме, вычислили характеристики его функционирования — предельные вероятности возможных состояний системы, вероятности ее безотказного обслуживания в зависимости от количества персонала, установили необходимое его количество.

Mathematical modeling of the technology of gentle machine harvesting of cabbage

ABSTRACT

Relevance. In recent years, in many countries of the world, in particular, in Denmark, Belgium, Canada, China, Japan, Belarus, Kazakhstan, as well as in our country, an increased interest in the mechanization of the cabbage harvesting process was shown. Harvesting using machines reduces labor costs by more than 3 times. At the same time, due to the introduction of traditional mechanized technologies for harvesting cabbage, there was a problem associated with maintaining the original quality of products, since when the heads are shipped to the body of the vehicle in bulk, as well as in the process of laying for storage, their mechanical damage occurs.

Methods. In this regard, the machine cleaning of cabbages with manual careful laying of cabbages in containers installed in the body of the accompanying vehicle using a belt conveying device is proposed and justified. The process of mechanized harvesting of cabbage according to the proposed technology will be stable while ensuring the necessary intensity of shifting the heads from the web of the belt conveying device into containers. In this regard, in order to optimize the technological parameters, the workflow of the proposed cabbage harvesting method is modeled using elements of the queuing theory.

Results. As a result, the number of maintenance personnel necessary for the smooth execution of the cabbage harvesting workflow according to the described technology has been established.

Поступила: 5 апреля 2022
Принята к публикации: 11 мая 2022

Received: 5 April 2022
Accepted: 11 May 2022

Введение

Белокочанная капуста является одной из основных овощных культур, выращиваемых в нашей стране [1]. Она возделывается в России на площадях в общей совокупности более 100 тыс. га. Валовой сбор капусты ежегодно превышает 5 млн т.

Особенностью белокочанной капусты является значительная трудоемкость ее возделывания [2, 3, 4]. В среднем по стране на 1 га площади под капустой тратится 560...650 чел.-ч. Из них около 60% приходится на уборку урожая. Высокие затраты труда снижают рентабельность товарного производства капусты, требуют привлечения большого количества рабочей силы в напряженный осенний период.

В этой связи в последние годы в ряде стран мира уделяют все больше внимания проблеме механизации процесса уборки кочанной капусты [5, 6, 7]. В частности, заметных результатов в разработке капустоуборочной техники добились в Европе [8, 9], особенно фирмы «Asa-Lift» (Дания), «Vanhocke» (Бельгия). Появились опытные образцы капустоуборочных машин в США [10, 11], Канаде [12], Китае [13, 14, 15], Японии [16, 17], а также в странах ближнего зарубежья (Белоруссии и Казахстане) [9].

В России заметные результаты в разработке капустоуборочной техники были достигнуты в 70–80 гг. прошлого столетия, в период социализма. Эта техника была рассчитана на крупное товарное производство капусты в специализированных овощеводческих хозяйствах общественного сектора. В настоящее время в период массового распространения малых форм хозяйствования на селе темпы механизации уборочных процессов в овощеводстве несколько снизились.

Уборка урожая с использованием машин повышает производительность и сокращает затраты труда более чем в 3 раза [9, 18]. В то же время в связи с внедрением механизированных технологий при уборке капусты возникла проблема, связанная с сохранением товарного вида продукции, поскольку при отгрузке кочанов в кузов транспортного средства навалом и в процессе перевалок при закладке на хранение происходит их механическое повреждение [9].

Указанный недостаток наиболее свойствен традиционной поточной технологии уборки капусты, которая считалась в недавнем прошлом основной как в нашей стране, так и в странах ближнего зарубежья.

В настоящее время овощеводы предпочитают машинную контейнерную технологию уборки капусты с последующей закладкой их на хранение в эти же контейнерах. Это позволяет избежать перевалок кочанов, минимизировать количество механических воздействий на них. Тем самым существенно снижается

их повреждаемость. Кроме того, при уборке капусты для длительного хранения практикуется укладка кочанов в контейнеры вручную.

В настоящее время разработано несколько машинных технологий уборки капусты [1, 9], отвечающих описанным выше условиям. Однако они пока не находят широкого применения на практике, требуют дальнейшего совершенствования в направлении повышения эффективности использования.

В этой связи выдвигается цель исследования — изыскать новую наиболее эффективную для современных условий технологическую схему машинной контейнерной уборки капусты.

Методика

В рамках обозначенной цели исследований предлагается машинная уборка капусты с ручной бережной укладкой кочанов в контейнеры, установленные в кузове сопровождающего транспортного средства 1 (рис. 1), на базе разработанного нами капустоуборочного комбайна (рис. 2).

При этом в кузове транспортного средства над контейнерами 2 вдоль бокового борта со стороны уборочного агрегата устанавливают ленточное транспортирующее устройство 3 с приемным лотком 4, выполненным

Рис. 1. Технологическая схема машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры вручную

Fig. 1. Technological scheme of machine harvesting of cabbage with manual laying of heads in containers

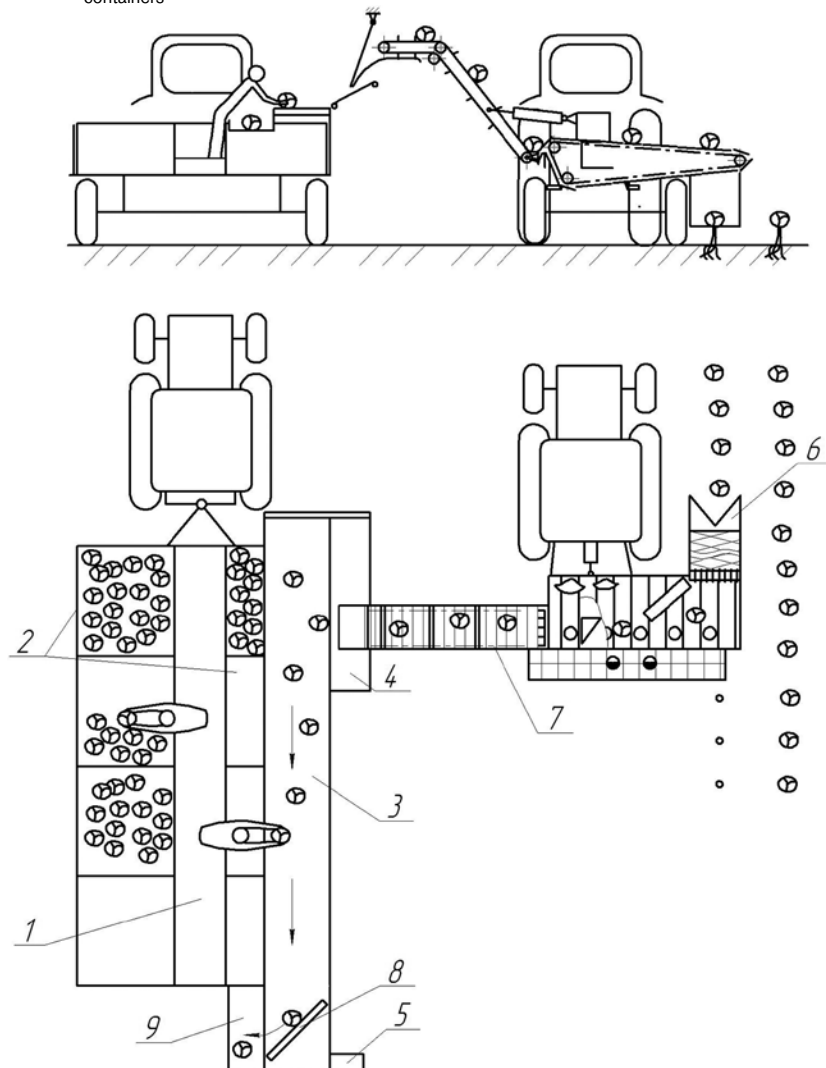


Рис. 2. Опытный образец нового капустоуборочного комбайна
Fig. 2. A prototype of a new cabbage harvester



из гибкого полотна, закрепленного краями на жесткой рамке, расположенной под углом к горизонту. Транспортирующее устройство приводится в движение от гидромотора 5, подключенного к гидросистеме трактора.

При выполнении уборочного процесса по данной технологии уборочный агрегат 6 отгружает элеватором 7 кочаны капусты сначала на полотно приемного лотка 4. Далее поток кочанов и капустной листвы будет поступать на полотно ленточного транспортирующего устройства и плавно перемещаться на нем над контейнерами 2 вдоль кузова транспортного средства. Одновременно рабочие, находящиеся между рядами контейнеров 2, будут бережно перекладывать кочаны с полотна транспортирующего устройства 3 в контейнеры. При этом капустная листва будет отгружаться в конце транспортирующего устройства на землю. В то же время если по какой-то причине кочан окажется в конце транспортирующего устройства необслуженным, то отражатель 8 столкнет его в накопитель 9. В последующем рабочий доставит его в один из контейнеров 2. После наполнения всех контейнеров капустой транспортное средство 1 отправляется в овощехранилище. Там контейнеры с капустой разгружают с помощью вилочного погрузчика и устанавливают в штабелях на хранение. На место них устанавливают в кузове транспортного средства пустые контейнеры. Далее рабочий цикл повторяется.

Далее следует заметить, что процесс машинной уборки капусты по предложенной технологии будет устойчивым, если обслуживающий персонал будет успевать перекладывать кочаны с полотна ленточного транспортирующего устройства в контейнеры. В противном случае кочаны в конце транспортирующего устройства будут отправлены отражателем 8 в накопитель 9. Одна-

ко накопитель имеет ограниченную емкость. Поэтому необходимо обеспечивать требуемую интенсивность обслуживания кочанов на полотне транспортирующего устройства.

Очевидно, интенсивность перекладывания кочанов с полотна ленточного транспортирующего устройства 3 в контейнеры 2 возрастает с увеличением количества обслуживающего персонала. Однако оно должно быть по возможности минимальным, чтобы снизить трудозатраты при использовании данной технологии уборки капусты. В этой связи целесообразно оптимизировать названный показатель исходя из стохастической сущности процесса.

Поточное поступление кочанов на полотно транспортирующего устройства, перекладку кочанов с него в контейнеры можно рассматривать как монотонно повторяющийся однотипный процесс, что характерно для систем массового обслуживания (далее СМО). Такие системы успешно моделируются с помощью теории массового обслуживания [9].

В данной СМО поток кочанов капусты, поступающих на полотно транспортирующего устройства, назовем входящим потоком заявок. Обслуживающий персонал, занимающийся перекладкой кочанов с полотна транспортирующего устройства в контейнеры, отнесем к каналам СМО. Заметим, рассматриваемая система является многоканальной, так как обслуживается несколькими рабочими. Модель такой системы представлена на рис. 3. Здесь каналы СМО изображены прямоугольниками и обозначены позициями от 1 до n .

При уборке капусты однорядным комбайном интенсивность поступления кочанов на полотно транспортирующего устройства может быть определена исходя из средней рабочей скорости v_{cp} уборочного агрегата и среднего расстояния a между растениями капусты в ряду по формуле:

$$\lambda = \frac{v_{cp}}{a}. \quad (1)$$

Она при $v_{cp} = 0,65$ м/с, $a = 0,6$ м составит $1,08$ с⁻¹.

Интенсивность обслуживания потока кочанов на полотне транспортирующего устройства может быть определена исходя из среднего времени t доставки кочанов от полотна в контейнеры по формуле:

$$\mu = \frac{1}{t}. \quad (2)$$

При $t \approx 2,5$ с интенсивность обслуживания $\mu = 0,4$ с⁻¹.

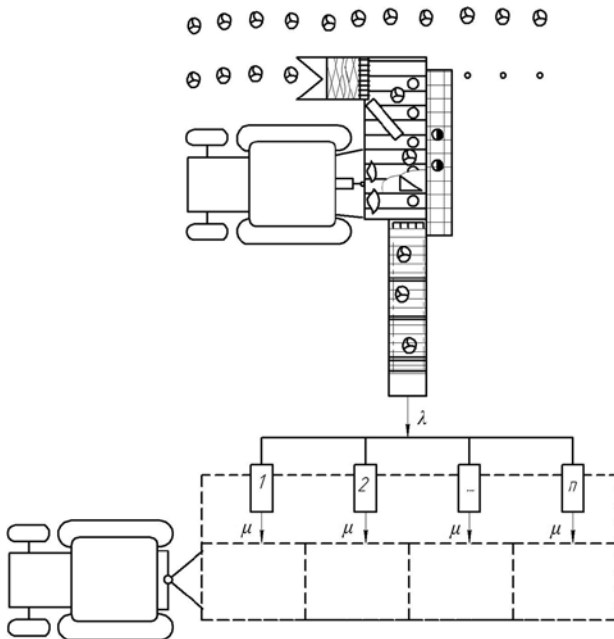
В зависимости от того, сколько рабочих участвует одновременно в процессе укладки кочанов в контейнеры, система может иметь разные состояния. Эти состояния системы обозначим исходя из числа занятых рабочих (каналов). В частности, они могут быть в общем случае такими:

- S_0 — все каналы свободные;
- S_1 — занят один канал, остальные свободны;
- S_k — заняты k каналов, остальные свободны;
- S_{k+1} — заняты $k + 1$ каналов, остальные свободны;
- S_n — заняты все n каналов.

Заметим, система всегда находится в динамике. Она может переходить из предыдущего состояния в последующее с интенсивностью входного потока λ , а также из последующего состояния в предыдущее с интенсивностью μ в зависимости от количества n задействованных в процессе каналов.

Рис. 3. Модель СМО машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры: 1, 2, ..., n — каналы системы; λ — интенсивность входящего потока; μ — интенсивность обслуживания одним каналом

Fig. 3. SMO model of machine cabbage harvesting by laying heads in containers: 1, 2, ..., n — channels of the system; λ — the intensity of the incoming flow; μ — the intensity of service by one channel



На рис. 4 показана динамика функционирования данной системы в виде графа состояний.

В данном случае предельные вероятности возможных состояний системы можно выразить формулами [19]:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= \left[1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \right]^{-1}; \\ P_1 &= \rho P_0; \\ P_2 &= \frac{\rho^2}{2!} P_0; \\ &\dots\dots\dots; \\ P_n &= \frac{\rho^n}{n!} P_0, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ — интенсивность нагрузки канала;

$P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$ — соответственно предельные вероятности состояний системы $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$.

В этом случае некоторая часть кочанов может не дожидаться обслуживания. Это может произойти тогда, когда система находится в состоянии S_n , то есть когда все каналы будут заняты. Отсюда получим вероятность отказа данной системы:

$$P_{отк} = P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0. \quad (4)$$

Тогда вероятность безотказного обслуживания заявок (отборки кочанов с полотна транспортирующего устройства и раскладки их по контейнерам)

$$P_{обс} = 1 - P_{отк} = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0. \quad (5)$$

Рис. 4. Граф состояний СМО машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры

Fig. 4. Graph of the states of the SMO of machine harvesting of cabbage by laying heads in containers

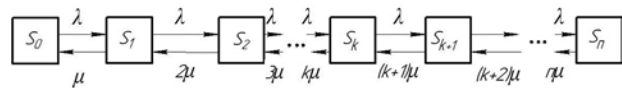
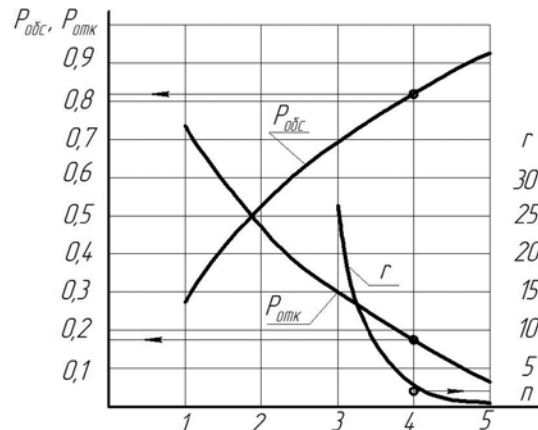


Рис. 5. Показатели эффективности функционирования технологии машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры в зависимости от числа обслуживающего персонала n

Fig. 5. Indicators of the efficiency of the technology of machine harvesting of cabbage by laying heads in containers, depending on the number of service personnel n



При этом возможно определить среднее число заявок, получивших отказ в обслуживании (кочанов, отправившихся в накопитель), рассмотрев состояния системы S_{n+r} (здесь r — число заявок, ожидающих обслуживания в очереди, то есть число кочанов в накопителе).

Далее заметим, исследуемая система устойчиво будет функционировать только при $\chi = \rho/n < 1$. При $\chi \geq 1$ очередь в системе будет бесконечно возрастать. Это означает, что число кочанов r в накопителе будет стремиться к ∞ . Это недопустимо в реальной технологии. Поэтому далее рассмотрим только случаи, когда $\chi < 1$. При этом вероятность состояния системы [19]:

$$P_{n+r} = \frac{\rho^{n+r}}{n! n!} P_0. \quad (6)$$

Отсюда

$$r = \frac{\rho^{n+1} P_0}{n \cdot n! (1 - \chi)^2}. \quad (7)$$

Исходя из практических соображений считаем, что в исследуемой технологии уборки капусты число кочанов в накопителе должно не превышать трех штук, т. е. $r < 3$. В противном случае будут некоторые затруднения в размещении кочанов в накопителе 9.

Результаты

Полученные зависимости (4), (5) и (7) характеризуют эффективность функционирования исследуемого уборочного процесса. Указанные зависимости, полученные при $\lambda = 1,08 \text{ с}^{-1}$ и $\mu = 0,4 \text{ с}^{-1}$, графически представлены на рис. 5 в зависимости от числа n задействованного обслуживающего персонала.

Анализируя представленные на рис. 5 зависимости, убеждаемся, что с увеличением числа каналов системы (количества задействованного обслуживающего персонала) возрастает вероятность безотказного обслуживания системы, то есть вероятность того, что обслуживающий персонал будет успевать перекладывать кочаны с полотна транспортирующего устройства в контейнеры, будет возрастать. Естественно, при этом вероятность отказов системы, то есть вероятность того, что обслуживающий персонал не будет справляться с возложенными обязанностями, будет снижаться.

При этом приняв число отказов $r = 3$, из рис. 5 определим необходимое число обслуживающего персонала $n = 4$. В этом случае число кочанов в накопителе не бу-

дет превышать 3 штук, технологический процесс будет функционировать устойчиво, без сбоев. Вероятность отказов системы не будет превышать 0,17.

Выводы

Технология машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры с использованием ленточного транспортирующего устройства, размещенного в кузове сопровождающего транспортного средства, является эффективной.

На основе теории массового обслуживания системы смоделирован предложенный технологический процесс и установлено необходимое количество рабочих, занятых обслуживанием этой системы, равное 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alatyrev S., Yunusov G., Kruchinkina I. and Alatyrev A. 2020 Development of technology and means for machine harvesting of head cabbage in the non-damaging mode *IOP Conference* 604(1) 012020 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012020
2. Алатырев С.С., Юркин А.П., Кручинкина И.С., Алатырев А.С. Производственная проверка нового способа механизированной уборки кочанной капусты *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2017. № 12. С. 3-7.
3. Song K. S., Hwang H. and Hong J. T. 2000 Automatic cabbage feeding, piling, and unloading system for tractor implement Chinese cabbage harvester *IFAC Proceedings Volumes* 33(29) 259 [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)36787-3](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)36787-3)
4. Hachiya M., Amano T., Yamagata M. and Kojima M. 2004 Development and utilization of a new mechanized cabbage harvesting system for large fields *JARQ* 38(2) 97 DOI: 10.6090/jarg.38.97
5. Du D. D., Wang J. and Qiu S. S. 2014 Optimization of cutting position and mode for cabbage harvesting. *Transactions of the CSAE* 30(12) 34 DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.12.004
6. Chagnon R., Eng P., Charles M. T., Fortin S., Boutin J., Lemay I. and Roussel D. 2004 Development of a Cabbage Harvester *ASAE Annual Meeting* DOI: 10.13031/2013.17892
7. Du D. D., Fei G. Q., Wang J. 2015 Development and experiment of self-propelled cabbage harvester *Chinese Society of Agricultural Engineering* 31(14) 16 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
8. Zhou C., Luan F., Fang X. and Chen H. 2017 Design of cabbage pulling-out test bed and parameter optimization test *Chemical Engineering. Transactions* 62 1267 DOI: 10.3303/CET1762212
9. Алатырев А.С., Алатырев С.С., Кручинкина И.С. Технология машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейне-

ры *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 4. С. 81-87.

10. Hansen C. J. U.S. Patent No3827503 (August 6, 1974)
11. Baker W. M., Road P., Rte J. and Clyde N. Y. 1970 U.S. Patent No. 3497013 (February 24, 1970)
12. Chagnon R., Eng P., Charles M. T., Fortin S., Boutin J., Lemay I. and Roussel D. 2004 Development of a Cabbage Harvester *ASAE Annual Meeting* DOI: 10.13031/2013.17892
13. Wu X. W., Sun Y. and Yuan X. K. 2015 Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester *South Agricultural Machinery* 11 35 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
14. Dongdong Du, Jun Wang, Luxin Xie and Fanfei Deng 2019 Design and field test of a new compact self-propelled cabbage harvester *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 62(5) 1243 DOI: 10.13031/trans.13327
15. Gao T. H., Wang T. B. and Zhou Z. C. 2015 Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 31 (19) 15 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.19.003
16. Kanamitsu M. and Yamamoto K. 1996 Development of Chinese cabbage harvester *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)* 30 (1) 35
17. Murakami N., Otsuka K., Inoue K. and Sugimoto M. 1999 Development of robotic cabbage harvester (Part 2) *Journal Japanese Society Of Agricultural Machinery* 61(5) 93 DOI: 10.11357/jsam1937.61.5_93 [In Japanese]
18. Jagvir Dixit 2022 Development and evaluation of self-propelled cabbage/cauliflower harvester *NASS Journal of Agricultural Science* 04 01 DOI: <https://dx.doi.org/10.36956/njas.v4i1.471>
19. Венцель, Е.С. Исследование операций *Москва: Советское радио*. 1972. 552 с.

REFERENCES

1. Alatyrev S., Yunusov G., Kruchinkina I. and Alatyrev A. 2020 Development of technology and means for machine harvesting of head cabbage in the non-damaging mode *IOP Conference* 604(1) 012020 DOI: 10.1088/1755-1315/604/1/012020
2. Alatyrev S.S., Yurkin A.P., Kruchinkina I.S., Alatyrev A.S. Production testing of a new method of mechanized harvesting of cabbage *Tractors and agricultural machines*. 2017. No. 12. pp. 3-7. (In Russ)
3. Song K. S., Hwang H. and Hong J. T. 2000 Automatic cabbage feeding, piling, and unloading system for tractor implement Chinese cabbage harvester *IFAC Proceedings Volumes* 33(29) 259 [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)36787-3](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)36787-3)
4. Hachiya M., Amano T., Yamagata M. and Kojima M. 2004 Development and utilization of a new mechanized cabbage harvesting system for large fields *JARQ* 38(2) 97 DOI: 10.6090/jarg.38.97
5. Du D. D., Wang J. and Qiu S. S. 2014 Optimization of cutting position and mode for cabbage harvesting. *Transactions of the CSAE* 30(12) 34 DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.12.004
6. Chagnon R., Eng P., Charles M. T., Fortin S., Boutin J., Lemay I. and Roussel D. 2004 Development of a Cabbage Harvester *ASAE Annual Meeting* DOI: 10.13031/2013.17892
7. Du D. D., Fei G. Q., Wang J. 2015 Development and

experiment of self-propelled cabbage harvester *Chinese Society of Agricultural Engineering* 31(14) 16 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003

8. Zhou C., Luan F., Fang X. and Chen H. 2017 Design of cabbage pulling-out test bed and parameter optimization test *Chemical Engineering. Transactions* 62 1267 DOI: 10.3303/CET1762212
9. Alatyrev A.S., Alatyrev S.S., Kruchinkina I.S. Technology of machine harvesting of cabbage with laying of heads in containers *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. 2021. No. 4. pp. 81-87. (In Russ)
10. Hansen C. J. U.S. Patent No3827503 (August 6, 1974)
11. Baker W. M., Road P., Rte J. and Clyde N. Y. 1970 U.S. Patent No. 3497013 (February 24, 1970)
12. Chagnon R., Eng P., Charles M. T., Fortin S., Boutin J., Lemay I. and Roussel D. 2004 Development of a Cabbage Harvester *ASAE Annual Meeting* DOI: 10.13031/2013.17892
13. Wu X. W., Sun Y. and Yuan X. K. 2015 Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester *South Agricultural Machinery* 11 35 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
14. Dongdong Du, Jun Wang, Luxin Xie and Fanfei Deng 2019 Design and field test of a new compact self-propelled cabbage harvester *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 62(5) 1243 DOI: 10.13031/trans.13327
15. Gao T. H., Wang T. B. and Zhou Z. C. 2015 Optimization

experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 31 (19) 15 DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.19.003

16. Kanamitsu M. and Yamamoto K. 1996 Development of Chinese cabbage harvester *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)* 30 (1) 35

17. Murakami N., Otsuka K., Inoue K. and Sugimoto M. 1999 Development of robotic cabbage harvester (Part 2) *Journal*

Japanese Society Of Agricultural Machinery 61(5) 93 DOI: 10.11357/jsam1937.61.5_93 [In Japanese]

18. Jagvir Dixit 2022 Development and evaluation of self-propelled cabbage/cauliflower harvester *NASS Journal of Agricultural Science* 04 01 DOI: <https://dx.doi.org/10.36956/njas.v4i1.471>

19. Wenzel, E.S. Operations Research Moscow: Soviet Radio. 1972. 552p. (In Russ)

ОБ АВТОРАХ:

Алатырев Сергей Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов Чувашского государственного аграрного университета

ORCID 0000-0002-4694-2381

Алатырев Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий Чувашского государственного аграрного университета

ORCID 0000-0003-3059-9352

Кручинкина Ирина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий Чувашского государственного аграрного университета

ORCID 0000-0003-4995-8706

ABOUT THE AUTHORS:

Alatyrev Sergei Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes of the Chuvash State Agrarian University

ORCID 0000-0002-4694-2381

Alatyrev Alexey Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes of the Chuvash State Agrarian University

ORCID 0000-0003-3059-9352

Kruchinkina Irina Sergeevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technology of the Chuvash State Agrarian University

ORCID 0000-0003-4995-8706

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

На Дону обеспеченность отечественными семенами овощных культур составляет 21%

Донские сельхозпроизводители планируют высеять в текущем году 5,548 тыс. га овощных сельхозкультур – капусту, свеклу столовую, морковь, огурцы, помидоры, горох овощной, перец, лук-севок, лук-чернушку и другие. Об этом со ссылкой на Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области сообщила пресс-служба регионального Россельхозцентра. Как отмечается в сообщении, потребность в семенах овощных – 20,973 т, в наличии 100%, из которых семян российской селекции – 4,542 т (21%), иностранной селекции – 16,431 т (79%). Все семена овощных сельскохозяйственных культур проверенные, кондиционные. План семенных посевов этих культур в Ростовской области – 54,45 га.

Также сообщается, что лабораториями ФГБУ «Россельхозцентр» по Ростовской области проверено на полный анализ 4196 т картофеля. Ведомство содействует с аграриями в проведении сортовых обследований и сертификации семян, популяризации гибридов и сортов отечественных селекционеров, демонстрационных показов овощных культур.



В 2021 году география производства российской органики расширилась в 4 раза

Темпы развития в России рынка органической продукции демонстрируют положительную динамику. Так, в 2021 году география производства российской органики расширилась в 4 раза. Об этом заявил замминистра сельского хозяйства РФ Максим Увайдов на панельной сессии «Инфраструктура рынка зеленой продукции в России и борьба с гринвошингом» в рамках XIII Международного форума «Экология».

В ходе заседания было отмечено, что стимулирование «зеленого» рынка открывает окно возможностей для развития как современного сельхозпроизводства и сопутствующих ему отраслей, так и малого агробизнеса, являющегося основным производителем органики в России.

По словам Максима Увайдова, для сохранения положительной динамики в этом сегменте необходимы актуальные формы и способы его регулирования. Так, для защиты рынка органики в стране были использованы современные IT решения – QR-коды и открытый реестр. Разработаны 6 национальных стандартов в области продукции с улучшенными характеристиками, утвержден порядок маркировки улучшенных сельскохозяйственной продукции, продовольствия, промышленной и иной продукции.

С 1 сентября вступит в силу приказ об утверждении порядка ведения единого госреестра производителей улучшенной продукции, который будет вести Минсельхоз России. Кроме того, разработан проект стратегии развития органической сельхозпродукции на период до 2030 года и организовано его обсуждение с участниками рынка. В перспективе, отметил замминистра, аналогичный документ может появиться и в сфере «зеленой» продукции.

(Источник: официальный сайт Минсельхоза России)

УДК 633.522. 631.635. 631.331

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127>

исследования/ research

**Пучков Е.М.,
Попов Р.А.**

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56

E-mail: e.puchkov@fncl.ru

Ключевые слова: техническая конопля, система уборочных машин, технологии, дифференциация, экономическое обоснование**Для цитирования:** Пучков Е.М., Попов Р.А. Аспекты дифференцированного формирования системы машин для различных технологий уборки технической конопли. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 122–127.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127>**Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.****Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.****Evgeniy M. Puchkov,
Roman A. Popov**Federal Research Center of Fibre Crops, 170041, Russia, Tver, Komsomolsky prospekt, 17/56
E-mail: e.puchkov@fncl.ru**Key words:** technical hemp, harvesting machine system, technologies, differentiation, economic justification**For citation:** Puchkov E.M., Popov R.A. Aspects of the differentiated formation of a system of machines for various technologies of harvesting technical hemp. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 122–127. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127>**The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.****The authors declare no conflict of interest.**

Аспекты дифференцированного формирования системы машин для различных технологий уборки технической конопли

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Главной проблемой отрасли коноплеводства является крайне низкое техническое обеспечение отечественными машинами. Вследствие запрета выращивания конопли по причине борьбы с наркосодержащими растениями в 1980 году была прекращена и разработка технологий и производство технических средств для возделывания конопли, резко сократились посевные площади культуры. Одним из путей обеспечения большей эффективности и конкурентоспособности продукции из безнаркотической конопли является повышение уровня технической оснащённости отрасли, применение научно обоснованных интенсивных технологий и систем высокопроизводительных энергонасыщенных машин.**Методы.** В работе использован широкий спектр аналитических методов научных исследований в области выращивания, уборки и переработки технической конопли. Применены методические подходы ведущих ученых, занимающихся проблемами возделывания технической конопли, разработкой инновационных технологий и систем перспективных машин для отрасли коноплеводства совместно с машиностроительными заводами.**Результаты.** В статье предложены инновационные технические решения для уборки безнаркотической конопли с применением интенсивных технологий. Сформирована научнопробел вместо дефисаобоснованная система машин для уборки технической конопли с использованием высокопроизводительных энергонасыщенных технических средств: зерноуборочных комбайнов и коноплеуборочных машин, инновационных очесывающих жаток, ротационных режущих аппаратов с износостойкими режущими элементами, современных тракторов, пресс-подборщиков, погрузчиков, транспортировщиков. Предполагается, что применение современных машин позволит не только повысить интенсивность уборки, но и полностью исключить ручной труд, сократить агротехнические сроки, добиться повышения качества обмола семенной части до 95% и снижения потерь семян, а также увеличить качество конопляной тресты на 1 сортономер. Ожидается, что за счет применения новых технических решений увеличится производительность работы уборочной техники по сравнению с устаревшей до 50%, снизятся затраты на выращивание конопли, повысится качество и конкурентоспособность продукции. Серийное изготовление коноплеуборочных машин требует дополнительных научных исследований и организации их производства.

Aspects of the differentiated formation of a system of machines for various technologies of harvesting technical hemp

ABSTRACT

Relevance. As a result of the prohibition of technical hemp cultivation due to the fight against narcotic plants in 1980, the development of technologies and the production of technical means for the cultivation of hemp, the acreage of the crop was sharply reduced. One of the ways to ensure greater efficiency and competitiveness of drug-free hemp products is to increase the level of technical equipment of the industry, the use of science-based intensive technologies and systems of high-performance energy-saturated machines.**Methods.** The methodological approaches of leading scientists involved in the cultivation of technical hemp, the development of innovative technologies and systems of promising machines for the hemp growing industry together with machine-building plants were applied.**Results.** A scientifically based system of machines for harvesting technical hemp using high-performance energy-saturated technical means has been formed: combine harvesters and hemp harvesters, innovative stripping headers, rotary cutters with wear-resistant cutting elements, modern tractors, balers, loaders, transporters. Production tests in hemp farms have shown that the use of a new system of machines not only increases the intensity of hemp harvesting, but also completely eliminates manual labor, reduces the agrotechnical harvesting time, improves the quality of hemp seed threshing up to 95% and reduces seed losses, increases the yield of stems with 2.2 to 4 t/ha and the quality of hemp trust — per 1 variety. It is assumed that the use of modern machines will not only increase the intensity of harvesting, but also completely eliminate manual labor, reduce agrotechnical deadlines, improve the quality of threshing of the seed part to 95% and reduce seed losses, as well as increase the quality of hemp trusts by 1 variety number. It is expected that due to the use of new technical solutions, the productivity of harvesting equipment will increase by up to 50% compared to the outdated one, the costs of growing cannabis will decrease, the quality and competitiveness of products will increase. Serial production of hemp harvesting machines requires additional scientific research and organization of their production.

Поступила: 28 марта 2022

Принята к публикации: 29 апреля 2022

Received: 28 March 2022

Accepted: 29 April 2022

Введение

На сегодняшний день в России техническая (безнаркотическая) конопля возделывается в 23 регионах, наиболее крупными среди которых являются Пензенская, Ивановская, Курская, Нижегородская области, а также Республика Мордовия. Общая площадь посевов технической конопли в 2021 году составила 13,3 тыс. га, что на 2,5 тыс. га больше, чем в 2020 году [1]. Однако дальнейшее динамичное увеличение посевных площадей не представляется возможным из-за необеспеченности хозяйств специализированной коноплеуборочной техникой.

В России, так же как и в зарубежных странах, с учетом природно-климатических условий и направлений хозяйственного использования продукции существуют 3 технологии возделывания технической конопли: на семена, на волокно («зеленец»), на семена и конопляную тресту (однотипное волокно). Однако научно-обоснованная система машин для возделывания и уборки технической конопли не сформирована и не входит в Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства [2].

Потребность технической конопли в сумме активных температур в различных регионах при выращивании на «зеленец» составляет 1230–1820 °С (Пензенская, Самарская, Нижегородская, Ивановская области, Республика Мордовия), на семена — 2400–2800 °С (Липецкая, Тамбовская, Курская и др.), на семена и волокно — до 2500 °С (Курская область, Краснодарский, Ставропольский край и др.) [3].

Комплекс специализированной коноплеуборочной техники (коноплеуборочные комбайны, коноплежатки и молотилки) ранее производились на заводе «Бежецсельмаш» (Тверская область), однако уже более 30 лет эта техника не выпускается, а технология практически не применяется уже более 40 лет. При этом данные машины малопродуктивны и требуют значительных затрат ручного труда. Если для почвообработки, посева, ухода за растениями могут использоваться отечественные машины общего назначения, то для уборки конопли требуется узкоспециализированная техника, которой практически нет в коноплесеющих хозяйствах России. В связи с этим хозяйства вынуждены применять устаревшие технические средства и системы машин без научного, экономического и технологического обоснования. В ряде сельскохозяйственных предприятий для уборки технической конопли на семена используются зерноуборочные комбайны с переоборудованным жатками, не отвечающими агротехнологическим требованиям. Отсутствие машин для уборки конопли на семена и однотипное волокно не позволяет использовать свыше 50% урожая тресты, которая сжигается или запаховывается в почву, нарушая экологию регионов.

В 2020 году валовый сбор конопляной тресты с площади 10,8 тыс. га составил 3289 тонн в переводе на волокно, что не превышает урожайности волокна 3,0 ц/га при фактической урожайности от 7 до 10 ц/га [4].

Существующие машины и технологии уборки технической конопли требуют совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли коноплеводства по повышению качества и конкурентоспособности продукции из конопли.

Цель исследований — оценить состояние технической оснащенности отечественного коноплеводства и сформировать научно обоснованную импортозамещающую систему машин для уборки технической конопли

на инновационной основе для повышения уровня механизации отрасли.

Методы

Исследования проводились в 2020–2021 годах с использованием данных ФГБУ «Агентство «Лен»», Минсельхоза России, Росстата, а также материалов органов управления АПК Пензенской, Курской, Ивановской и других областей. В работе руководствовались методическими подходами ведущих ученых, занимающихся проблемами и разработкой систем машин и технологий для уборки технической конопли [5–6]. При формировании системы машин применено главное правило — сформулировать ее технологическое обоснование, определить эффективность технологий, технологических типажей и компонентов технических средств, выполнить анализ технического уровня новых предлагаемых машинных технологий в сравнении с существующими. Объектами углубленных исследований технологий и машин для уборки технической конопли, где производились производственные испытания, явились обособленное подразделение ФГБНУ ФНЦ ЛК «Пензенский НИИСХ» (средняя урожайность тресты 3,0–3,5 т/га, семян — 0,8 т/га), ЗАО «Агрофирма «Южная»» Курской области (урожайность тресты 3,0–3,5 т/га, семян — до 1,0 т/га), ООО «Смарт Хемп» Ивановской области (урожайность тресты 4,8–5,0 т/га), ООО «Мордовские пенькозаводы» Республики Мордовия (урожайность тресты 4,8–5,0 т/га).

В процессе исследований применялись экспериментальные и производственные методы, методы сравнительного и системного анализа данных, экспертной оценки. Опирались на данные финансово-экономической отчетности коноплесеющих хозяйств, а также данные собственных исследований авторов.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований установлено, что до настоящего времени в России не сформирована дифференцированная система высокопроизводительных машин для уборки технической конопли по различным технологиям. Для уборки посевов технической конопли по различным направлениям ее возделывания все еще применяются прицепные коноплекомбайны ККП-1,8 и коноплежатки ЖК-1,9, коноплемолотилки МЛК-4,5А, а также зерно- и кормоуборочные комбайны зарубежного производства типа «PALESSE», «New Holland», «Claas Jaguar» и др., приспособленные для сбора конопли, коноплеуборочные комбайны типа «John Deree», «Claas Xerion», «DEUTZ-FARH», «Multi Combine» и др. и многоуровневые жатки «Clipper», «Schumacher» и др. с высокой скоростью резания [7–10].

Коноплеуборочные машины советского производства имеют ряд существенных недостатков: малая производительность, низкая технологичность, высокие затраты труда. Зарубежная техника является дорогостоящей, весьма затратна в обслуживании и ремонте, в том числе из-за дефицита запасных частей на рынке, что сдерживает ее применение в большинстве хозяйств России.

В современных условиях для сбора семян технической конопли адаптируются классические зерноуборочные комбайны («ACROS»-585/595, «CLAAS TUCANO»-580, «ПОЛЕСЬЕ»-GS10/GS12 и др.), которые жаткой срезают семенные метелки, срезанная масса обмолачивается в комбайне и проходит первичную очистку. Несрезанный стеблестой на корню убирается в

Таблица 1. Сравнительная система машин для уборки технической конопли по различным технологиям

Table 1. Comparative system of machines for harvesting technical hemp by various technologies

№ п/п	Технологическая операция (прием)	Существующие машины			Предлагаемая система машин		
		состав агрегата		производительность	состав агрегата		производительность
		энергосредство	агрегат		энергосредство	агрегат	
Технология уборки на волокно («зеленец»)							
1	Скашивание конопли	МТЗ-80/82	Коноплежатка ЖСК-2,1; ЖК-1,9,	0,8–1,2 га/час	Коноплеуборочная машина DON-680M Hemp, RSMF-2450	Ротационная жатка типа «Kemper»	2,5–3,5 га/час
2	Установка стеблей в суслон	Вручную	–	0,46 га/смена	Не требуется	Не требуется	–
3	Ворошение при приготовлении тресты	–	–	–	МТЗ-82	Грабли ГВР-630 или вспушиватель ВЛЛ-3М	5 га/час 9 га/час
4	Подбор тресты	МТЗ-80/82	Коноплеподборщик ПКВ-1	1,3 га/час	МТЗ-1523	Пресс-подборщик KUHN / ПРФ-180	2,0–3,0 га/час
5	Погрузка тресты	МТЗ-80/82	Погрузчик ПЭ-0,8Б	6,5 т/час	–	Погрузчик Manitou, погрузчик ПСН-1 с захватом ЗР-1	10–15 т/час
6	Транспортировка тресты конопли	МТЗ-80/82	Прицеп 2ПТС-4, 2ПТС-6	3,5 т/смена	МТЗ-1523	Транспортное средство СТС-12	12 т/смена
Технология уборки на семена и однотипное волокно							
7	Скашивание и обмолот семян в стадии спелости от 80 до 90%	МТЗ-80/82	Коноплекомбайн ККП-1,8, молотилка стеблей МЛК-4,5А	До 1,1 га/час 4,1 т/час	Многофункциональный агрегат на базе RSM-161 или ACROS-595	Ротационная жатка-косилка, жатка очесывающего типа «Озон»	До 5 га/час
8	Транспортировка семян на пункт	МТЗ-82	2ПТС-4, 2ПТС-6	3 т/рейс	Автомобиль типа КАМАЗ	—	10 т/рейс
9	Ворошение при приготовлении тресты	–	Вручную	0,46 га/смена	МТЗ-82	Грабли ГВР-630 или вспушиватель ВЛЛ-3 М	5 га/час 9 га/час
10	Подбор тресты	МТЗ-80/82	Коноплеподборщик ПКВ-1	1,3 га/час	МТЗ-1523	Пресс-подборщик KUHN, ПРФ-180	2,0–3,0 га/час
11	Погрузка тресты	МТЗ-80/82	Погрузчик навесной ПСН-1	10 т/час	–	Погрузчик Manitou/погрузчик ПСН-1 с захватом ЗР-1	10–15 т/час
12	Транспортировка тресты конопли	МТЗ-80/82	Прицеп 2ПТС-4, 2ПТС-6	3,5 т/смена	МТЗ-1523	Транспортное средство СТС-12	12 т/смена
Технология уборки на семена							
13	Сбор семян конопли	Зерноуборочные комбайны Дон-1500Б, «ПАЛЕССЕ» GS-10/12	Зерновые жатки, переоборудованные для конопли	2–3 га/час	Многофункциональный агрегат RSM-161/ACROS-595	Жатка очесывающего типа «Озон»	4–5 га/час
14	Транспортировка семян на пункт	МТЗ-82	2ПТС-4, 2ПТС-6	3 т/рейс	Автомобиль типа КАМАЗ	—	10 т/рейс
15	Очистка семян	–	Зерноочистительная машина ОС-4,5А	4,0 т/час	–	Зерноочистительная машина МУЗ-16	20 т/час
16	Сушка семян	–	Зерносушилка СКМ-1	0,9 т/час	–	Сушилка карусельная СКУ-10 лен	2,5 т/час
17	Уборка стеблей после комбайна в виде соломы	МТЗ-82	Косилка КС-2,1	2,0 га/час	Не требуется	Не требуется	–
18	Весенний сбор стеблей в виде тресты	–	–	–	МТЗ-82	Водоналивные, ребристые катки, грабли ГВР-630	5 га/час
19	Подбор тресты	МТЗ-82	Рулонный пресс-подборщик ПРУ-200, ПРЛ-150А	1 га/час	МТЗ-1523	Пресс-подборщик KUHN, ПРФ-180	2,0–3,0 га/час
20	Погрузка тресты	МТЗ-80/82	Погрузчик навесной ПСН-1	10 т/час	–	Телескопический погрузчик Manitou	15 т/час
21	Транспортировка тресты конопли	МТЗ-80/82	Прицеп 2ПТС-4, 2ПТС-6	3,5 т/смена	МТЗ-1523	Транспортное средство СТС-12	12 т/смена

Таблица 2. Основные технико-экономические показатели выращивания и переработки технической конопли по различным технологиям (по данным отчетности коноплеспелых хозяйств и собственных исследований авторов)

Table 2. The main technical and economic indicators of the cultivation and processing of technical hemp by various technologies (according to the reports of hemp farms and the authors' own research)

№ п/п	Показатель	Значение
Технология уборки на волокно («зеленец»)		
1	Урожайность волокна с 1 га, ц	12,0
2	Цена реализации длинного пеньковолокна, тыс. руб./тонна	120,0
3	Выручка от реализации волокна с 1 га, тыс. руб.	144,0
4	Выход костры с 1 га, тонн	3,3
5	Цена реализации костры, тыс. руб./тонна	7,0
6	Выручка от реализации костры с 1 га, тыс. руб.	23,1
7	Общий доход от реализации, тыс. руб.	167,1
8	Затраты на выращивание и переработку конопли, тыс. руб.	115,0
9	Прибыль (доход минус расход), тыс. руб.	52,1
10	УСН (20% доход минус расход), тыс. руб.	10,42
11	Чистая прибыль, тыс. руб.	41,68
12	Рентабельность продукции, %	36,2
13	Рентабельность с учетом субсидий (10 тыс. руб. на 1 га площади), %	43,2
Технология уборки на семена		
1	Урожайность семян с 1 га, ц	9,0
2	Цена реализации семян, тыс. руб./тонна	120,0
3	Выручка от реализации семян с 1 га, тыс. руб.	108,0
4	Затраты на выращивание 1 га семян, тыс. руб.	55,2
5	Прибыль (доход минус расход), тыс. руб.	52,8
6	УСН (20% доход минус расход), тыс. руб.	10,56
7	Чистая прибыль, тыс. руб.	42,24
8	Рентабельность продукции, %	76,5
9	Рентабельность с учетом субсидий (10 тыс. руб. на 1 га площади), %	91,0
Технология уборки на семена и волокно		
1	Урожайность семян с 1 га, ц	8,0
2	Цена реализации семян, тыс. руб./тонна	100,0
3	Выручка от реализации семян с 1 га, тыс. руб.	80,0
4	Урожайность волокна с 1 га, ц	8,0
5	Цена реализации однотипного пеньковолокна, тыс. руб./тонна	60,0
6	Выручка от реализации волокна с 1 га, тыс. руб.	48,0
7	Выход костры с 1 га, тонн	1,8
8	Цена реализации костры, тыс. руб./тонна	7,0
9	Выручка от реализации костры с 1 га, тыс. руб.	12,6
10	Общий доход от реализации, тыс. руб.	140,6
11	Затраты на выращивание и переработку конопли, тыс. руб.	80,4
12	Прибыль (доход минус расход), тыс. руб.	60,2
13	УСН (20% доход минус расход), тыс. руб.	12,04
14	Чистая прибыль, тыс. руб.	48,16
15	Рентабельность продукции, %	59,9
16	Рентабельность с учетом субсидий (10 тыс. руб. на 1 га площади), %	72,3

осенний период в виде соломы либо остается в поле до весны для мацерации, после чего осуществляется уборка готовой тресты с помощью сельскохозяйственной техники общего назначения (катков, роторных граблей, пресс-подборщиков).

Вместе с тем, зерновые жатки комбайнов имеют режущий аппарат сегментного (сегментно-пальцевого) типа, явными недостатками которого являются частые забивки режущих элементов стеблевой массой, а режущие сегменты требуют частой заточки или замены, поскольку не обладают достаточной износостойкостью.

В настоящее время ведущими машиностроительными заводами ведется работа по созданию самоходных машин для уборки посевной конопли. ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»» разработаны и уже применяются экспериментальные образцы машин на базе кормоуборочных комбайнов «Don-680M Непр» и «RSMF-2450» для уборки конопли на волокно («зеленец»). Машины испытаны в Нижегородской и Ивановской областях. Производительность составляет от 20 до 30 га в смену [11].

ПАО «Пензенский машиностроительный завод» выпускается жатка очесывающего типа «ОЗОН» (совместная инновационная разработка с ФГБНУ ФНЦ ЛК) для очеса сельскохозяйственных, в том числе, лубяных, культур на корню, которая также может быть использована для уборки технической конопли [12]. Жатка агрегируется с зерноуборочными комбайнами отечественного и зарубежного производства.

В ФГБНУ ФНЦ ЛК, с учетом совместных наработок с ПАО «Пензенский машиностроительный завод», разработан инновационный способ сбора технической конопли и многофункциональный агрегат (технологическая схема) для его осуществления, сочетающий в себе возможность уборки культуры по различным технологиям: на семена, на волокно и одновременно на волокно и семена. Многофункциональный агрегат разработан на базе отечественного зерноуборочного комбайна 5–6 класса, который агрегируется со сменными адаптерами: очесывающей жаткой «ОЗОН» с возможностью регулировки высоты очеса в зависимости от расположения семенных метелок, а также жаткой-косилкой ротационного типа для среза стеблей, расположенной под очесывающим устройством.

Жатка-косилка обеспечивает высокую производительность уборки и имеет режущую часть (зубья) с твердосплавными пластинами в виде напыления или напайки, что увеличивает износостойкость и долговечность их работы при срезе волокнистых толстостебельных материалов.

На основании проведенных исследований и изучения современных технологий, технических средств и конструктивных решений для уборки конопли, учитывая существующие направления ее хозяйственного использования, а также растущие потребности коноплеосеющих хозяйств России в современной и доступной технике, нами сформирована научно обоснованная система машин для уборки технической конопли на инновационной основе. Ее сравнение с существующими уборочными машинами дано в таблице 1.

Технико-экономические показатели уборки и переработки безнаркотической конопли за счет применения разработанной системы машин представлены в таблице 2.

При этом если не перерабатывать остатки стеблей после сбора семян по технологии уборки на семена, затраты на утилизацию волокнистой части конопли увеличивают общие затраты на 12–15%, соответственно при этом снижается уровень рентабельности до 79–76%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур. *Федеральная служба государственной статистики*. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> [дата обращения 03.03.2022].
2. Система технологий. *Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства*. М.: Информагротех; 1999. 522 с.
3. Рожмина Т.А., Понажев В.П., Павлова Л.Н., Тихомирова В.Я. Рекомендации по оптимизации размещения среднерусской и южной конопли на территории Российской Федерации. *Лен и конопля: сорта, технологии, экономика: научные разработки ВНИИЛ*. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2015; 55–56.
4. Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; 12: 34–36.
5. Современная технология выращивания конопли технической на семена и волокно. *Farming.org*. Режим доступа: <https://farming.org.ua/> [дата обращения 15.01.2022].
6. Коропченко С.П., Маринченко И.А. Направления в механизации уборки промышленной конопли. *Инновационные разработки для производства льна. Материалы Международной*

REFERENCES

1. Acreage and gross harvest of agricultural crops. *Federal State Statistics Service*. Available from: <https://www.fedstat.ru/organizations/> [Accessed March 03, 2022] (in Russ.).
2. Technology system. *Federal Register of Crop Production Technologies*. Moscow. *Informagrotech*; 1999. 522 p. (in Russ.).
3. Rozhmina T.A., Ponzhev V.P., Pavlova L.N., Tikhomirova V.Ya. Recommendations on optimizing the distribution of Central Russian and southern hemp in the Russian Federation. *Flax and hemp: varieties, technologies, economics: scientific developments of VNIIL*. Tver: Tver State University. 2015; 55–56. (in Russ.).
4. Smirnov A.A., Serkov V.A., Zelenina O.N. On the issue of the general concept of innovative development of domestic hemp breeding. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2011; 12: 34–36 (in Russ.).
5. Modern technology of growing technical hemp for seeds and fiber. *Farming.org*. Available from: <https://farming.org.ua/> [Accessed January 01, 2022] (in Russ.).

Выводы

По результатам исследований впервые сформирована дифференцированная система высокопроизводительных машин для уборки технической конопли, обеспечивающая выполнение всех агротехнических требований, с учетом существующих и предлагаемых современных технологий и технических средств. Благодаря использованию и применению разработанной системы машин в значительной степени улучшаются технико-экономические показатели уборки и переработки технической конопли.

Исследования и расчеты показывают, что рентабельность производства продукции из конопли при уборке на волокно составила 43,2%, на семена и волокно — 72,3%, на семена — до 91%, что значительно превышает показатели использования существующих технических средств. При этом важно, что предложенный авторами комплекс машин для уборки конопли: тракторы, зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, погрузчики, сушилки, семеочистительные и прочие машины — может использоваться для уборки других сельскохозяйственных культур — зерновых, зернобобовых, рапса, трав, кормов и масличного льна.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№ FGSS-2022-0005).

научно-практической конференции. Тверь, ФГБНУ ВНИИМЛ, 2015: 190–196.

7. Попов Р.А., Пучков Е.М., Соловьев С.В. Аналитический обзор конструкций машин и технических решений для уборки конопли. *Аграрный научный журнал*. 2020; 10: 120–125.
8. Жукова С.В. Исследование новых сортов конопли и разработка технологии получения однотипной пеньки: *Дисс. канд. техн. наук*. Кострома: ФГБОУ ВО «Костромской государственный технологический университет»; 2012. 185 с.
9. Ростовцев Р.А., Голубев В.В., Мишулов Н.П., Голубев И.Г., Вахания В.И., Давыдова С.А. Машинно-технологическое оснащение селекции и семеноводства технических культур: науч. анализ. Обзор. М: ФГБНУ «Росинформагротех»; 2019. 80 с.
10. Машины для уборки конопли. *Росленконопля*. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/agrotehnika-i-selkhoz mashiny.html/id/2460> [дата обращения: 21.12.2021].
11. Попов Р.А. Инновационные разработки и современные технические средства для уборки конопли посевной. *Таврический вестник аграрной науки*. 2021; 1: 150–163.
12. Способ уборки льна и многофункциональный агрегат для его осуществления. *Патент РФ № 2693728*; авторы В.Д. Игнатов, Р.А. Ростовцев, С.Р. Мкртчян, С.В. Голубев, Г.А. Перов — заявл. 13.08.2018. Опубл. 04.07.2019.

6. Koropchenko S.P., Marinchenko I.A. Directions in the mechanization of industrial hemp harvesting. *Innovative developments for the production of flax. Materials of the International scientific and practical conference*. Tver, FGBNU VNIIML 2015: 190–196 (in Russ.).

7. Popov R.A., Puchkov E.M., Soloviev S.V. Analytical review of machine designs and technical solutions for hemp harvesting. *The Agrarian scientific journal*. 2020; 10: 120–125 (in Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp120-125.
8. Zhukova S.V. Research of new varieties of hemp and development of technology for obtaining the same type of hemp: *Diss. Cand. tech. Science*. Kostroma: Kostroma State Technological University, 2012. 185 p. (in Russ.).
9. Rostovtsev R.A., Ushchapovsky I.V., Golubev I.G., Mishurov N.P. Machine-technological support for the cultivation and processing of spinning crops: Scientific and analytical review. Moscow.: FGBNU «Rosinformagrotech». 2019. 80 p. (in Russ.).
10. Machines for harvesting hemp. *Roslenkonoplya*. Available from: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o->

konople/agrotehnika-i-selkhoz mashiny.html/id/2460 [Accessed December 21, 2021] (in Russ.).

11. Popov R.A. Innovative developments and modern technical means for seeded hemp harvesting. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2021; 1: 150-163 (in Russ.). DOI: 10.33952/2542-0720-

2021-1-25-150-163.

12. Method of flax harvesting and multifunctional unit for its implementation. *RF patent No 2693728*; authors: V.D. Ignatov, R.A. Rostovtsev, S.R. Mkrtchyan, S.V. Golubev, G.A. Perov declared. 13.08.2018. Publ. 04.07.2019. (In Russ.).

ОБ АВТОРАХ:

Пучков Евгений Михайлович, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий Федерального научного центра лубяных культур ORCID ID: 0000-0001-6852-5629

Попов Роман Андреевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий Федерального научного центра лубяных культур ORCID ID: 0000-0002-9400-3530

ABOUT THE AUTHORS:

Puchkov Evgeny Mikhailovich, Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Agroengineering Technologies of the Federal Scientific Center of Bast Crops ORCID ID: 0000-0001-6852-5629

Popov Roman Andreevich, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Agroengineering Technologies of the Federal Scientific Center of Bast Crops ORCID ID: 0000-0002-9400-3530

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Владимирская область к 2025 году планирует пятикратно увеличить площади под коноплей

Сельхозпредприятие Вязниковского района планирует посадить в этом году техническую коноплю на площади 500 га с перспективой пятикратного увеличения посевных площадей к 2025 году. В производство и переработку технической конопли в регионе планируется выделить почти 800 млн руб, сообщает портал glavagronom.ru со ссылкой на пресс-службу Департамента сельского хозяйства Владимирской области. Выращивание технической конопли – в числе перспективных направлений развития АПК региона, отметил директор департамента Константин Демидов. Для России это новая отрасль, в связи с чем в стране для ее развития не хватает оборудования, техники и специалистов, добавил он. Конопля требует больших инвестиций и производства по первичной обработке волокна близко к месту выращивания.

С 90-х годов прошлого века выращивание конопли в стране прекратилось, практически оно было возобновлено в 2014 году, сейчас по всей стране выращивается около 13 тыс. га, отметил чиновник. «Проект в Вязниковском районе предусматривает вовлечение в оборот 2,4 тысячи гектар до 2025 года. Планируемый объем инвестиций в проект составит около 800 миллионов рублей», – сообщил он.

По данным областного Департамента сельского хозяйства, уже в 2022 году будет засеяно 500 га. В результате переработки планируется производить семена, которые являются источником аминокислот. Как уточнил Константин Демидов, данный продукт популярен и востребован на рынке.

К 2025 году в регионе начнется производство первичного волокна, которое используют в качестве сырья для тканей, и костры (одревесневшие части стеблей прядильных растений) для выпуска упаковки.

«Сама техническая конопля, безусловно, очень интересная культура, несколько забытая», – отметил врио губернатора области Александр Авдеев. Он сообщил, что в текущем году власти региона рассматривают возможность введения мер поддержки для развития нового направления растениеводства.

Правительство РФ нашло способ избежать дефицита сельхозтехники

Отечественных сельхозпроизводителей обеспечат тракторами, комбайнами, сеялками и другими машинами для проведения полевых работ. По информации «Аграрий NR», вице-премьер РФ Виктория Абрамченко сообщила о создании отдельной подпрограммы для запуска серийного производства сельхозтехники и оборудования.

Министерству промышленности и торговли РФ поручено в кратчайшие сроки ускорить производство картофелеуборочных и свеклоуборочных комбайнов.

По «программе 1432» государство оказывает поддержку отечественным производителям сельхозтехники, а те предоставляют аграриям скидку на ее приобретение. В 2021 году на реализацию программы было выделено 10 млрд руб. и отгружено почти 22,5 тыс. единиц сельскохозяйственной техники на сумму 99,5 млрд рублей.



УДК 637.023.001.24

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-128-131>

Исследования / research

**Сеидов З.М.,
Мамедов Г.Б.***Азербайджанский государственный аграрный университет, пр. Ататюрка, 450, Гянджа, Азербайджан, AZ2000***Ключевые слова:** электротепловая обработка, пастеризация молока, тепловая энергия оптимизация, молочные фермы, приведенные затраты**Для цитирования:** Сеидов З.М., Мамедов Г.Б. Оптимизация установок для электротепловой обработки молока. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 128–131.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-128-131>**Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.****Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.****Seyidov Z.M.,
Mammadov G.B.***Azerbaijan State Agrarian University, Ataturk avenue, 450, Ganja, Azerbaijan, AZ2000***Key words:** electric heat treatment, milk pasteurization, thermal energy, optimization, dairy farms, reduced costs**For citation:** Seyidov Z.M., Mammadov G.B. Optimization of installations for electrothermal processing of milk. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 128–131. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-128-131>**The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.****The authors declare no conflict of interest.**

Оптимизация установок для электротепловой обработки молока

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Тепловую обработку молока проводят при разной температуре на различном оборудовании. При охлаждении молочного сырья замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу, и увеличивается срок хранения молока в свежем виде. Нагревание молока интенсифицирует многие технологические операции. Пастеризация молока и молочных продуктов предназначена для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в вегетативной форме. Стерилизация молока и молочных продуктов обеспечивает уничтожение не только вегетативных, но и споровых форм микроорганизмов, что позволяет значительно увеличить срок хранения.

Методы. На молочных фермах наиболее целесообразно использовать малоинерционные электротепловые установки. Сейчас известно несколько принципиальных и конструктивных схем таких установок. Однако в большинстве источников мало информации об их технико-экономической оптимизации. Задача в данной работе заключалась в нахождении экстремума целевой функции при заданных ограничениях. Ограничения учитывают технические требования, присущие данному технологическому процессу тепловой обработки молока. В целях сопоставления расчеты выполнены для вариантов с конечными значениями стоимости базовых узлов установки и оптимизации только секций электропастеризации и рекуперации теплообменного аппарата.

Результаты. Приведенный алгоритм без существенных изменений можно использовать для оптимизации установок с прямым нагревом или для других видов нагрева молока.

Optimization of installations for electrothermal processing of milk

ABSTRACT

Relevance. Heat treatment of milk is carried out at different temperatures on different equipment. When milk raw materials are cooled, the vital activity of microorganisms that cause spoilage slows down and the shelf life of fresh milk increases. Heating milk intensifies many technological operations. Pasteurization of milk and dairy products is designed to suppress the vital activity of microorganisms in vegetative form. Sterilization of milk and dairy products ensures the destruction of not only vegetative, but also spore forms of microorganisms, which significantly increases their shelf life.

Methods. On dairy farms, it is most advisable to use low-inertia electric heating installations. Now there are several basic and constructive schemes of such installations. However, in most sources there is little information about their technical and economic optimization. The task in this paper was to find the extremum of the objective function under given constraints.

Results. The restrictions take into account the technical requirements inherent in this technological process of heat treatment of milk. In order to compare, calculations were performed for variants with final values of the cost of the basic units of the installation and optimization of only the sections of electropasteurization and heat exchanger recovery. The above algorithm can be used without significant changes to optimize installations with direct heating or other types of milk heating.

Поступила: 4 марта 2022
Принята к публикации: 29 апреля 2022

Received: 4 March 2022
Accepted: 29 April 2022

Тепловую обработку молока проводят при разной температуре на различном оборудовании. При охлаждении молочного сырья замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу, и увеличивается срок хранения молока в свежем виде.

Нагревание молока интенсифицирует многие технологические операции.

Пастеризация молока и молочных продуктов — уничтожение вегетативных форм микроорганизмов, находящихся в молоке (возбудителей кишечных заболеваний, бруцеллеза, туберкулеза, ящура и др.), позволяющее сохранить при этом его биологическую, питательную ценность и качество. В практике молокопроизводства основными являются три вида пастеризации:

- длительная — проводят при температуре 63–65 °C с выдержкой 30 мин.;
- кратковременная — проводят при температуре 72–75 °C с выдержкой 15–20 с;
- высокая, или моментальная — проводят при температуре 85–90 °C без последующей выдержки.

Стерилизация молока и молочных продуктов — тепловая обработка молока при температуре выше 100 °C, при этом полностью уничтожаются все виды вегетативных микроорганизмов, их споры, инактивируются ферменты. Стерилизация обеспечивает уничтожение не только вегетативных, но и споровых форм микроорганизмов, что позволяет значительно увеличить срок хранения готовых изделий. Температура стерилизации обычно находится в пределах 115–145 °C [1].

Электротепловая обработка молока на молочных фермах становится все более целесообразной, так как увеличивается количества молочных продуктов, поступающих из хозяйств непосредственно в торговую сеть. Поэтому в арсенале пастеризационно-охладительной техники появляется несколько типов электропастеризаторов [2, 3].

В существующих пастеризационных установках используют поверхностные теплообменные аппараты, в которых молоко нагревают с помощью промежуточных теплоносителей (воды и пара). Наиболее распространены пластинчатые теплообменные аппараты производительностью 1 и 3 т/ч. Эти аппараты удобны в эксплуатации при непрерывном поточном производстве и наличии котельных. Однако в фермерских хозяйствах применять их затруднительно в связи с цикличностью доения коров, обусловливающей часте промывки, запуски и установки данных устройств, а следовательно и низкий коэффициент готовности к работе. Последнее увеличивает затраты труда и расход тепловой энергии. По виду источника энергии различают паровые, электрические и комбинированные аппараты.

Для пастеризации молока применяют емкостные аппараты периодического действия, установки на базе пластинчатых и трубчатых аппаратов и комбинированное оборудование. В емкостном оборудовании в качестве теплоносителя исполь-

зуются пар и горячая вода; в зависимости от конструкции оборудование бывает с электрическим нагревом теплоносителя и без него [4]. Наибольшее применение в молочной промышленности получили пластинчатые и трубчатые аппараты. Классификация оборудования для пастеризации молока дана на рисунке 1.

В фермерских хозяйствах наиболее целесообразно использовать малоинерционные электротепловые установки [3, 4, 5]. Сейчас известно несколько принципиальных и конструктивных схем таких устройств. Однако в большинстве источников большее внимание уделено технологическо-режимным и конструктивным параметрам и недостаточно информации о технико-экономической оптимизации. Вместе с тем системный оптимизационный подход к созданию установок обеспечивает значительное снижение затрат на их производство и на электропастеризацию молока в целом.

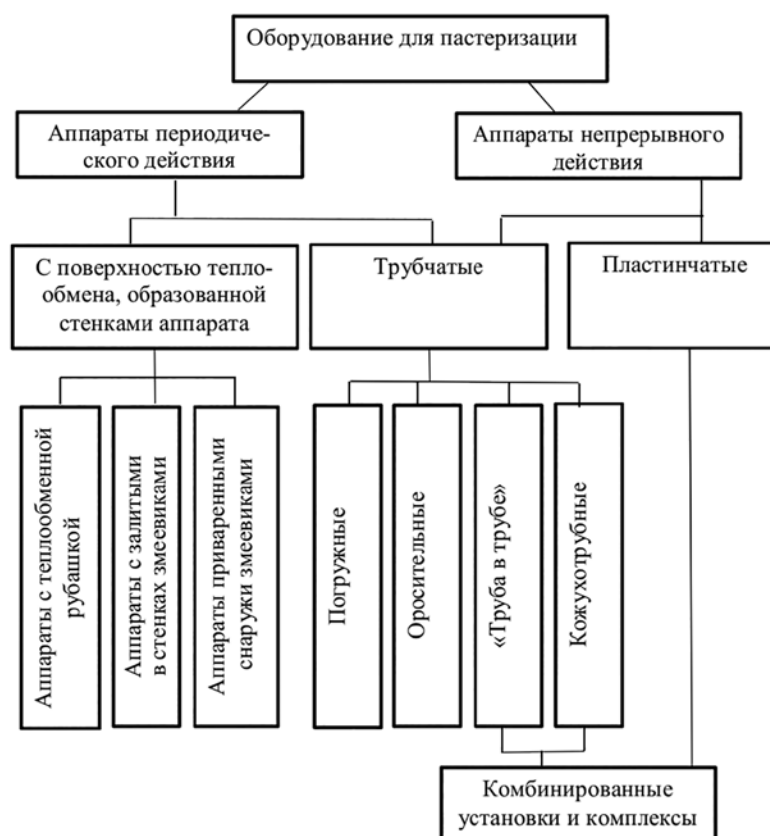
Объект и метод исследования

Объектом исследования являются электропастеризационные поточные установки. Рассматривается возможный подход к оптимизации поточных электропастеризационных установок с поверхностным способом ввода тепловой энергии в обрабатываемое молоко [6, 7, 8]. При этом следует отметить, что прямой электронагрев молока различными способами подвода энергии (электродный, с помощью излучения, индукционным способом или с промежуточным теплоносителем) не вносит в методику оптимизации аппарата существенно новых элементов.

Оптимизация электропастеризационной установки относится к многомерным технико-экономическим задачам, в которых за целевую функцию принимают минимум приведенных затрат [8, 9]. Ограничивающие ус-

Рис. 1. Классификация оборудования для пастеризации молока

Fig. 1. Classification of milk pasteurization equipment



ловия здесь — объем производства молока и качество продукции, обусловленное температурным режимом на поверхности теплообмена.

Результаты и обсуждение

Общее решение задачи основано на анализе уравнений приведенных затрат на установку с учетом ее надежности и ущерба от простоев:

$$Z_{пр} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i = \Theta + E_H K = R_T + S_{л} + A_c + A_9 + E_H(K_y + F), \quad (1)$$

где P_i — i -я составляющая приведенных затрат, AZN; Θ и K — общие эксплуатационные (AZN в год) и капитальные (AZN) затраты на установку; E_H — нормативный коэффициент эффективности, 1/год; R_T — затраты на текущий ремонт, AZN в год; $S_{л}$ — суммарный ущерб от простоев, AZN в год; A_c — амортизационные отчисления, AZN в год; A_9 — затраты на электроэнергию, AZN в год; K_y — стоимость установки, AZN; F — стоимость общего запаса сменяемых деталей, AZN.

Для анализа и сопоставления различных установок используем метод относительных величин. В качестве относительного показателя удобно принять стоимость полезного расхода электроэнергии на тепловую обработку годового количества продукта (AZN в год). Выбор данного показателя обусловлен следующими причинами.

Во-первых, полезный расход энергии на обработку молока зависит только от планового объема производства и физических параметров процесса, так что его можно рассчитать с требуемой достоверностью.

Во-вторых, стоимость электроэнергии относится к вполне стабильным показателям.

В-третьих, годовой объем производства молока G на фермах определяет собой производительность и степень загрузки установки.

Преобразование уравнения (1) позволяет получить целевую функцию в относительных единицах:

$$P_o = Z_{пр} \frac{3600}{a_{уд} \cdot G \cdot S_9} = \sum_{i=1}^{i=5} P_i \frac{3600}{a_{уд} \cdot G \cdot S_9} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $a_{уд}$ — удельный полезный расход электроэнергии на нагрев молока до температуры пастеризации, кВт·ч/кг; G — годовой объем производства молока на ферме, кг/в год; S_9 — стоимость электроэнергии, AZN на 1 кВт·ч.

В качестве составляющих P_i приняты затраты: на амортизацию установки

$$P_1 = n(E_H + \varepsilon_a) \left[\frac{S_{эH}}{\mu} + S_{\delta} + r, \varepsilon_p \right]; \quad (3)$$

на оплату электроэнергии

$$P_2 = \frac{a_{уд}(1 - \varepsilon_p) \cdot (G - qnT_3)}{\eta_T \cdot 3600} \cdot S_9; \quad (4)$$

на замену источников тепловой энергии

$$P_3 = \frac{G}{qT_{HO}} \cdot S_{эH}; \quad (5)$$

на техобслуживание

$$P_4 = n \cdot n_{TO} \cdot S_{TO}; \quad (6)$$

обусловленные ущербом от простоев установки

$$P_5 = \frac{GT_3}{T_{HO}} \cdot S_y; \quad (7)$$

где n — число установок; ε_a — норма амортизационных отчислений; $S_{эH}$ — суммарная стоимость источников тепловой энергии в установке, AZN; μ — доля стоимости источников тепловой энергии в электропастеризаторе; S_{δ} — стоимость базовых узлов в установке, AZN; r — стоимость рекуператора тепловой энергии (на единицу коэффициента рекуперации, AZN); ε_p — коэффициент рекуперации; q — производительность установки, кг/ч; T_3 — время замены электронагревателя (источника тепловой энергии), ч; η_T — тепловой КПД установки; T_{HO} — наработка электронагревателя (источника тепловой энергии) на отказа (срок службы), ч; n_{TO} — число техобслуживаний в год; S_{TO} — стоимость одного техобслуживания, AZN; S_y — стоимость потерянной продукции при простое электропастеризатора, AZN на 1 кг.

Величины $S_{эH}$, $a_{уд}$, n_{TO} , T_3 , T_{HO} , S_y аппроксимируются следующими простыми функциональными зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} S_{эH} &= (S_{уд} A_{эH} + S_a) n_{эH} k_3; \\ a_{уд} &= c_m(t_k - t_H); \\ n_{TO} &= a + bW; \\ T_{HO} &= m \Delta P W^{-2}; \\ T_3 &= c + dn. \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

Здесь

$$\left. \begin{aligned} S_{уд} &= l + kW; \\ S_a &= \frac{WA_{эH} S_k}{U}; \\ n_{эH} &= \frac{Ga_{уд}(1 - \varepsilon_p)}{\eta_T WA_{эH}}; \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

где $S_{уд}$ и $A_{эH}$ — стоимость 1 м² (AZN) и площадь (м²) поверхности одного электронагревателя; S_a — стоимость арматуры токопровода, AZN; $n_{эH}$ — число источников тепловой энергии и электропастеризаторов; k_3 — коэффициент запаса мощности источника тепловой энергии на разогрев установки; c_m — средняя удельная массовая теплоемкость молока, Дж/кг °C; t_k — температура пастеризации молока, °C; t_H — температура сырого молока, °C; W — поверхностная мощность источника тепловой энергии, Вт/м²; ΔP — допустимое снижение мощности источника тепловой энергии, %; S_k — удельная стоимость арматуры токопровода к источнику тепловой энергии, AZN; a, b, c, d, k, l, m, z — постоянные коэффициенты в уравнениях функциональных связей; U — напряжение питания, Вт.

Из анализа уравнения (2) виден вклад отдельных составляющих в приведенные затраты на различные установки и пути их снижения. В частности, для аппаратного оформления установки необходимо знать оптимальные значения ε_p и $n_{эH}$, а для выбора источника тепловой энергии — W , T_{HO} , $S_{уд}$ и коэффициенты функциональных зависимостей k, l, m, z из уравнений (8) и (9).

В целях сопоставления расчеты выполнены для вариантов с конечными значениями стоимости S_{δ} базовых узлов установки и оптимизацией только секций электропастеризации и рекуперации теплообменного аппарата ($S_{\delta} = 0$). Анализ полученных результатов позволяет сделать ряд важных выводов, имеющих практическое

значение при разработке электропастеризационных установок для фермерских хозяйств.

При этом во всех вариантах коэффициент рекуперации ε_p принимает максимально допустимое значение (0,9), несмотря на высокую стоимость секции рекуперации, определяемую коэффициентом k в пределах $\varepsilon_p = 0,8-0,9$. Следовательно, целесообразно максимально повышать степень рекуперации тепловой энергии в электропастеризационных установках при одновременном снижении стоимости источников тепловой энергии.

Оптимальная мощность источников тепловой энергии, приходящаяся на единицу поверхности, во всех вариантах расчета остается практически неизменной (0,93–0,86 Вт/см²), снижаясь до 0,58 Вт/см² лишь в слу-

чаях, когда установки используют на небольших фермах при сроке службы $T_{HO} \geq 10^3$ ч.

Выводы

Из приведенной оптимизационной модели видно, что целевая функция (минимум относительных приведенных затрат) во всех вариантах существенно ниже единицы, за исключением случаев неиспользования установок на небольших фермах $q = 10^3$ кг/ч, $S_0 = 75$ AZN, суточный объем обрабатываемого молока $Q = 103$ кг). Приведенный алгоритм без существенных изменений можно использовать для оптимизации установок с прямым или другим видом нагрева молока, а также в установках с промежуточным теплоносителем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов, А.И. Развитие производства зерна в стране: мифы и реальность / А.И. Алтухов // Экономика сельского хозяйства России. - 2017. - №3. - стр. 31-39.
2. Бутов, А.М. Рынок сельскохозяйственных машин. 2017 [Электронный ресурс] / А.М. Бутов. - Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/02/03/1163430452/Рынок%20сельскохозяйственных%20машин%202017.pdf> (дата обращения 30.11.2021).
3. Вартанова, М.Л. Перспективы цифровизации сельского хозяйства как приоритетного направления импортозамещения / М.Л. Вартанова, Е.В. Дробот // Экономические отношения. - 2018. - Т. 8. - №1. стр. 1-12.
4. Галкин, Д.Г. Инновационное развитие производства экологически чистого продовольствия: потенциал технологических платформ / Д.Г. Галкин // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. - 2018. - №2. - стр. 87-96.
5. Галкин, Д.Г. Развитие регионов агропромышленной специализации в постиндустриальной экономике: новые подходы к производству продовольствия / Д.Г. Галкин // Вестник Челябинского государственного университета. - 2017. - №10. - стр. 94-101.
6. Гриценко, Г.М. Принципы государственного регулирования цифровизации молочной отрасли / Г.М. Гриценко, М.К. Черняков, М.М. Чернякова, И.А. Чернякова // Пищевая промышленность. - 2019. - №11. - стр. 45-49.
7. Leeuwis, C. (2020). Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change* 31 (5):931–959.
8. Lundy, M., Gottret, M. V. and Ashby, J. (2019). Learning alliances: An approach for building multi-stakeholder innovation systems. In *ILAC Brief 8Rome: Bioversity*.
9. Madzudzo, E. (2018). Role of brokerage in evolving innovation systems: A case of the fodder innovation project in Nigeria. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 17 (2018):195–210.
10. https://itexn.com/10471_oborudovanie-dlja-teplovoy-obrabotki-moloka-i-molochnyh-produktov.html.
11. https://itexn.com/10471_oborudovanie-dlja-teplovoy-obrabotki-moloka-i-molochnyh-produktov.html.

ОБ АВТОРАХ:

Зухраб Сейидов, докторант кафедры информационных технологий Азербайджанского государственного аграрного университета
ORCID: 0000-0003-2603-7058
Габиль Мамедов, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственной техники Азербайджанского государственного аграрного университета
ORCID: 0000-0001-7003-5995

REFERENCES

1. Altukhov, A.I. Development of grain production in the country: myths and reality / A.I. Altukhov // *The economics of agriculture in Russia*. - 2017. - No.3. - pp. 31-39. (in Russ.).
2. Butov, A.M. Agricultural machinery market. 2017 [Electronic resource] / A.M. Butov. - Access mode: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/02/03/1163430452/Market%20agricultural%20machines%202017.pdf> (accessed 30.11.2019). (in Russ.).
3. Vartanova, M.L. Prospects of digitalization of agriculture as a priority area of import substitution / M.L. Vartanova, E.V. Drobot // *Economic relations*. - 2018. - Vol. 8. - No. 1. pp. 1-12. (in Russ.).
4. Galkin, D.G. Innovative development of environmentally friendly food production: the potential of technological platforms / D.G. Galkin // *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. - 2018. - No.2. - pp. 87-96. (in Russ.).
5. Galkin, D.G. Development of regions of agro-industrial specialization in the post-industrial economy: new approaches to food production / D.G. Galkin // *Bulletin of the Chelyabinsk State University*. - 2017. - No. 10. - pp. 94-101. (in Russ.).
6. Gritsenko, G.M. Principles of state regulation of digitalization of the dairy industry / G.M. Gritsenko, M.K. Chernyakov, M.M. Chernyakova, I.A. Chernyakova // *Food industry*. - 2019. - No.11. - pp. 45-49. (in Russ.).
7. Leeuwis, C. (2020). Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change* 31 (5):931–959.
8. Lundy, M., Gottret, M. V. and Ashby, J. (2019). Learning alliances: An approach for building multi-stakeholder innovation systems. In *ILAC Brief 8Rome: Bioversity*.
9. Madzudzo, E. (2018). Role of brokerage in evolving innovation systems: A case of the fodder innovation project in Nigeria. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 17 (2018):195–210.
10. https://itexn.com/10471_oborudovanie-dlja-teplovoy-obrabotki-moloka-i-molochnyh-produktov.html.
11. https://itexn.com/10471_oborudovanie-dlja-teplovoy-obrabotki-moloka-i-molochnyh-produktov.html.

ABOUT THE AUTHORS:

Zohrab Seyidov, PhD doctoral student of the Department of Information Technology of the Azerbaijan State Agrarian University
ORCID: 0000-0003-2603-7058
Gabil Mammadov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Machinery of the Azerbaijan State Agrarian University
ORCID: 0000-0001-7003-5995

УДК 637.12.04/.07

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-132-136>

исследования/ research

Жижин Н.А.

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская,
д. 35

E-mail: zhizhinmoloko@mail.ru

Ключевые слова: витамин B₁₂, детское питание, хроматография, масс-спектрометрия, сухие смеси

Для цитирования: Жижин Н.А. Определение витамина B₁₂ в сухих смесях для детского питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с хромато-масс-спектрометрическим детектированием. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 132–136.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-132-136>

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

Nikolay A. Zhizhin

All-Russian Research Institute of the Dairy Industry,
35, Lyusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia
Email: zhizhinmoloko@mail.ru

Key words: vitamin B₁₂, baby food, chromatography, mass-spectrometry, dry mixes

For citation: Zhizhin N.A. Determination of vitamin B₁₂ in dry mixtures for baby food by the method of high performance liquid chromatography with chromato-mass-spectrometric detection. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 132–136. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-132-136>

The author bear responsibility for the work and presented data.

Определение витамина B₁₂ в сухих смесях для детского питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с хромато-масс-спектрометрическим детектированием

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Витамин B₁₂ (кобаламин) относится к группе водорастворимых витаминов. Данный витамин относится к классу тетрапирролов, биологически активных веществ, состоящих из пиррольных колец, связанных с ионами металлов. Так, в молекуле витамина B₁₂ ядром является ион кобальта. Особенностью данного витамина является то, что его синтез в природе осуществляется только бактериями, в связи с чем он присутствует только в продуктах животного происхождения. И одним из источников его получения являются молоко и молочные продукты, в том числе обогащенные витаминами группы В. Низкие концентрации витамина B₁₂, даже в обогащенных витаминными комплексами молочных продуктах, на уровне десятых и сотых долей миллиграмма, делают оценку его количественного содержания непростой аналитической задачей. Использование для этой цели обращено-фазовой жидкостной хроматографии с последующим детектированием посредством спектрофотометрического или диодно-матричного детектора связано с трудоемкой методикой пробоподготовки. В том числе и с многократным концентрированием пробы для достижения необходимых концентраций искомого вещества. В связи с чем разработка аналитического метода, позволяющего убрать описанные выше недостатки, является актуальной задачей.

Методы. В данной статье предлагается методика по оценке содержания витамина B₁₂ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением масс-спектрометрического детектора (ВЭЖХ-МС). Разработанный в данном исследовании метод возможно использовать для лабораторного анализа витамина B₁₂ в сухих смесях, предназначенных для детского питания, что обеспечит возможность более быстрого и эффективного получения результатов для целей контроля и мониторинга детского питания, обогащенного витаминными комплексами водорастворимых витаминов группы В.

Результаты. Представлен способ пробоподготовки, при котором коэффициент восстановления аналита в исследуемых образцах составил 99,12–99,31%. При оценке калибровочной кривой коэффициент корреляции составил $r_2 = 99,999$. Рассчитанный предел обнаружения — 0,02 мкг/кг.

Determination of vitamin B₁₂ in dry mixtures for baby food by the method of high performance liquid chromatography with chromato-mass-spectrometric detection

ABSTRACT

Relevance. Vitamin B₁₂ (cobalamin) belongs to the group of water-soluble vitamins. This vitamin belongs to the class of tetrapyrroles, biologically active substances consisting of pyrrole rings associated with metal ions. So, in the vitamin B₁₂ molecule, the core is the cobalt ion. A feature of this vitamin is that its synthesis in nature is carried out only by bacteria, and therefore, it is present only in products of animal origin. And one of the sources of its receipt is milk and dairy products, including those enriched with B vitamins. Low concentrations of vitamin B₁₂, even in vitamin-enriched dairy products, at the level of tenths and hundredths of a milligram, make the assessment of its quantitative content a difficult analytical task. The use of reversed-phase liquid chromatography for this purpose, followed by detection by means of a spectrophotometric or diode-array detector, is associated with a time-consuming sample preparation technique. Including repeated concentration of the sample to achieve the required concentrations of the desired substance. In this connection, the development of an analytical method that allows to remove the disadvantages described above, is an urgent task.

Methods. This article proposes a method for assessing the content of vitamin B₁₂ by high performance liquid chromatography using a mass-spectrometric detector (HPLC-MS). The method developed in this study can be used for laboratory analysis of vitamin B₁₂ in dry formulas for baby food, which will provide the possibility of faster and more efficient results for the control and monitoring of baby food enriched with vitamin complexes of water-soluble vitamins of group B.

Results. A method of sample preparation is presented, in which the recovery coefficient of the analyte in the studied samples was 99.12–99.31%. When evaluating the calibration curve, the correlation coefficient was $r_2 = 99.999$. The calculated limit of detection is 0.02 g/kg.

Поступила: 11 апреля 2022
Принята к публикации: 5 мая 2022

Received: 11 April 2022
Accepted: 5 May 2022

Введение

Биологическая функция витамина B_{12} хорошо изучена. Различными исследователями показано, что его недостаток в рационе питания детей может приводить к таким явлениям, как анемия и различные неврологические заболевания [1, 2].

В связи с особенностями синтеза витамина B_{12} , основными его источниками являются продукты животного происхождения, в том числе молоко и молочные продукты [3]. Несмотря на то, что данный витамин можно получать из продуктов питания, как правило, его количества, потребляемого с пищей, недостаточно для развития и поддержания функций организма. В связи с этим для предотвращения дефицита витамина B_{12} рекомендуется принимать в пищу обогащенные продукты для достижения суточной нормы потребления, что особенно важно для развивающегося организма детей [4].

Принимая во внимание большой ассортимент коммерчески доступных молочных продуктов или продуктов на основе молока, предназначенных для детского питания, с внесением витаминных комплексов, и в частности витамина B_{12} , требуется наличие надежных методов контроля для обеспечения безопасности применения данного вида продукции [5, 6].

В настоящее время для контроля содержания витамина B_{12} используются следующие методы — хемилюминесценция [7], микробиологический [8], спектрофотометрия [9], атомно-абсорбционная спектрометрия, капиллярный электрофорез (КЭФ) и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) [10]. Наибольшее развитие получило применение методов КЭФ и ВЭЖХ в связи с их высокой чувствительностью и селективностью. Однако, несмотря на эти качества, в большинстве случаев, их применение затруднительно в связи с низкой концентрацией определяемого вещества в продуктах питания и наличием мешающих компонентов матрицы, что приводит к необходимости использования трудоемкой, многостадийной процедуры пробоподготовки. Что, в свою очередь, влияет на качество и стоимость проведения анализа [11].

Описанные недостатки количественного измерения витамина B_{12} стало возможно устранить посредством развития высокоточных аналитических приборов, к которым относится метод хромато-масс-спектрометрии.

Применение масс-спектрометра в качестве детектора в сочетании с высокоэффективной жидкостной хроматографией позволяет проводить измерения с применением обращенно-фазового механизма разделения на обычной хроматографической колонке C18 и проводить измерения витаминов группы В на уровне концентрации нг/г [12].

Целью проведенной работы была разработка способа определения витамина B_{12} в обогащенных витаминами сухих смесях, предназначенных для детского питания, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением масс-спектрометрического детектора (ВЭЖХ-МС). На основе полученных данных были разработаны условия хроматографирования, а также предложен вариант пробоподготовки образцов для количественного определения.

Методика исследования

В качестве матрицы для разработки методики были применены коммерческие смеси для детского питания, обогащенные витаминно-минеральным комплексом. Был использован аналитический стандарт витамина B_{12} фирмы «SIGMA-ALDRICH».

Экспериментальную часть проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1260», состоящем из автосамплера, высокоскоростного насоса и многоколочно-го термостата. В качестве детектора использовалась тройная квадрупольная система ЖХ/МС «Agilent 6465».

Система управлялась программным обеспечением «Agilent MassHunter Acquisition» версии 10.1. Обработку данных проводили с помощью программного обеспечения для количественного анализа «MassHunter» версии 10.1 и программного обеспечения для качественного анализа «MassHunter» версии 10.0.

Для экстракции витамина B_{12} применяли ацетонитрил степени очистки для ВЭЖХ и аскорбиновую кислоту в качестве антиокислителя.

Результаты и их обсуждение

Поскольку витамин B_{12} относится к группе водорастворимых витаминов и обладает высоким сродством к воде, то оптимально использовать именно ее в качестве растворителя. Однако высокое содержание белковой и жировой фазы в матрице исследуемого продукта являются мешающим компонентом, который необходимо убрать. Для этой цели в качестве осадителя белков и растворителя для жировой фазы использовали ацетонитрил. Для предотвращения окисления аналита применялась добавка аскорбиновой кислоты. Схема пробоподготовки представлена на рисунке 1.

Далее была проведена процедура оптимизация хроматографического метода, на основании которой были получены параметры хроматографического разделения, представленные в таблицах 1 и 2.

Полученные условия детектирования ЖХ/МС витамина B_{12} представлены в таблице 3.

На основе полученных хроматографических параметров был проведен анализ сухих смесей для детского питания, обогащенных витамином B_{12} . Пример хроматограммы приведен на рисунке 2.

Полученный хроматографический пик витамина B_{12} был подтвержден наличием характеристических ионов (рис. 3).

Рис. 1. Схема пробоподготовки сухих смесей для определения витамина B_{12}

Fig. 1. Scheme of sample preparation of dry mixtures for the determination of vitamin B_{12}

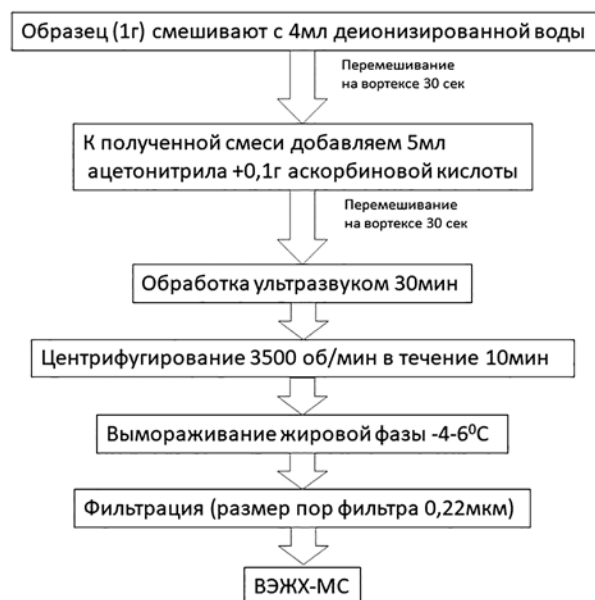


Таблица 1. Параметры хроматографического разделения

Table 1. Chromatographic separation parameters

Параметр	Установки			
Хроматографическая колонка	Agilent InfinityLab 120 Poroshell 120 Phenyl-Hexyl, 3.0 × 100 mm, 2.7 μm			
Температура термостата колонок	40±2 °C			
Мобильная фаза А	20 ммоль формиата аммония + 0,1% раствора муравьиной кислоты в воде			
Мобильная фаза Б	0,1% раствор муравьиной кислоты в метаноле			
Раствор для промывки иглы автосамплера	50/50 метанол/вода			
Градиент подачи элюента	Время (мин.)	Скорость потока (мл/мин.)	А%	Б%
	0	0,5	97	3
	1	0,5	94	6
	4,5	0,5	55	45
	5,5	0,5	10	90
	6,5	0,5	40	60
	7,0	0,5	40	60
	8,0	0,5	40	60
	8,6	0,5	97	3
	9	0,5	97	3

Таблица 2. Параметры масс-спектрометрического анализа

Table 2. Mass-spectrometric analysis parameters

Параметры	Установки
Сканирование	Мониторинг множественных реакций (MRM)
Тип источника ионов	Ионизация электрораспылением
Температура осушающего газа	270 °C
Скорость потока осушающего газа	13 л/мин.
Давление распылителя	2,76 бар
Напряжение на капилляре	2500 В
Напряжение сопла	0В

Рис. 2. Хроматограмма анализа витамина В₁₂ в сухой смеси для детского питания

Fig. 2. Chromatogram analysis of vitamin B₁₂ in dry formula for baby food

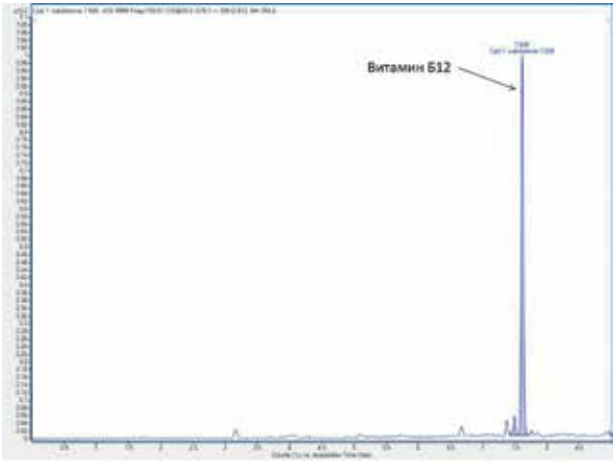
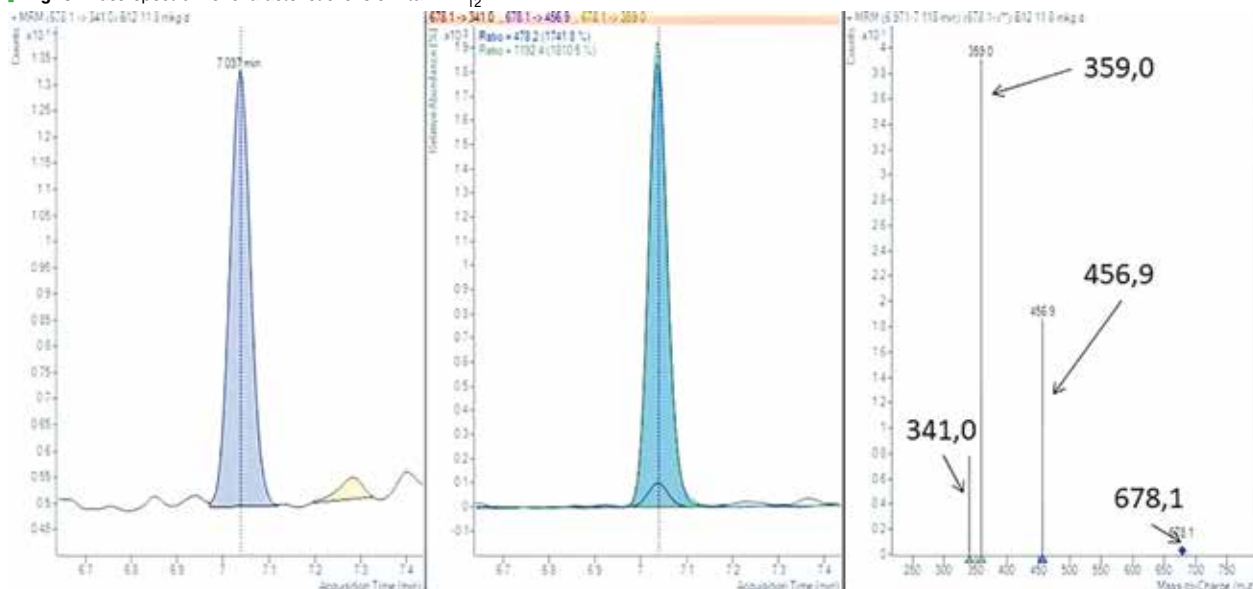


Таблица 3. Специфические условия ЖХ/МС для витамина В₁₂

Table 3. Specific LC/MS conditions for vitamin B₁₂

Компонент	Ион-предшественник (m/z)	Ион-продукт (m/z)	Время выхода компонента (мин.)	Фрагментор (V)	Энергия столкновения (V)
Витамин В ₁₂	678,1	456,9	7,6	152	25
	678,1	359,0	7,6	152	25
	678,1	341,0	7,6	152	14

Рис. 3. Масс-спектр характеристичных ионов витамина В₁₂**Fig. 3.** Mass-spectrum of characteristic ions of vitamin В₁₂

При проведении валидации методики были оценены такие параметры, как линейность калибровочной кривой, коэффициент корреляции составил $r_2 = 99,999$. Относительное смещение времени удерживания аналитов по сравнению с пиками стандартного вещества составило 5%. Был проанализирован также параметр степени экстракции аналита из матрицы, который варьировался в пределах от 99,12 до 99,31%, что можно считать приемлемым результатом для количественного расчета витамина В₁₂. Рассчитанный предел обнаружения составил 0,02 мкг/кг.

Выводы

В процессе проведения исследования был разработан селективный и чувствительный метод на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением масс-спектрометрического детектора.

Предел обнаружения в 0,02 мкг/кг был достигнут без применения трудоемких процедур очистки, концентрирования и других способов повышения чувствительности хроматографического метода. Что, в свою очередь, приводит к снижению себестоимости анализа и времени на его проведение.

Данный метод можно применять для проведения контрольных мероприятий по мониторингу содержания витамина В₁₂ в сухих смесях для детского питания, обогащенных витаминными комплексами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдей. Г.М. Неврологические проявления при дефиците витамина В₁₂ / Авдей Г.М., Кулеш С.Д., Хоперский П.Г., Оганесян А.А // Медицинские новости.2020.- №4(307).- С. 47-51
2. Лунякова М.А. Витамин В₁₂ - дефицитная анемия у детей грудного возраста: клиническая картина, современные методы диагностики и лечения / Лунякова М.А., Демихов В.Г., Дронова С.Н., Калинина Ю.Ю., Журин О.Н // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2019.- Т.18.- №3.- С. 70-77 DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-3-70-77
3. H. Chassaigne, Ryszard Lobinski. Direct species-selective determination of cobalamins by ionspray mass spectrometry and ion-spray tandem mass spectrometry. Analyst, Royal Society of Chemistry, 1998, 123 (1), pp.131--137. DOI: 10.1039/a704698g
4. Вдовиченко В.П. Факторы риска развития дефицита витамина В₁₂ и его последствия / Вдовиченко В.П., Бронская Г.М., Борисено О.А., Коршак Т.А // Медицинские новости. 2019.- №8(299).- С. 13-18
5. Юрова Е.А. Контроль качества и безопасности продуктов функциональной направленности на молочной основе // Молочная промышленность.2020.-№6.- С. 12-15
6. Юрова Е.А. Разработка современных методов анализа для идентификации молока и молочной продукции // Молочная река.2020.- №2(74).- С.20-25
7. Campos-Giménez, E, Fontannaz P, Trisconi MJ, Kiling

T, Gimenez C, Andrieux P, 2008. Determination of vitamin B12 in food products by liquid chromatography/UV detection with immunoaffinity extraction: single-laboratory validation. J AOAC Int 91:786-93

8. H. Lichtenstein, A. Beloian, H. Reynolds J. Vitamin B12 in Foodstuffs, Comparative Vitamin B12 Assay of Foods of Animal Origin by Lactobacillus leichmannii and Ochromonas malhamensis Agric. Food Chem., 7 (1959), p. 771

9. B. Morelli, Fresen. J. Anal. Chem. 354 (1996) 97. Determination of a Quaternary Mixture of Vitamins B6, B1, and B12 and Uridine 5'-Triphosphate by Derivative Spectrophotometry DOI:10.1002/jps.2600840109

10. Kumar, S. S., Chouhan, R. S., & Thakur, M. S. (2010). Trends in analysis of vitamin B12. Analytical Biochemistry, 398(2), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2009.06.041>.

11. Hua-Bin Li, Feng Chen, Yue Jiang, 2000. Determination of vitamin B12 in multivitamin tablets and fermentation medium by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection Journal of Chromatography A 891(2):243-247 DOI:10.1016/S0021-9673(00)00724-X

12. Zironi E, Gazzotti T, Barbarossa A, Devicienti C, Scardilli M, Pagliuca G, 2013. Technical note: development and validation of a method using ultra performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry for determination of vitamin B-12 concentrations in milk and dairy products. J Dairy Res 96:2832-6.

REFERENCES

1. Avdey. G.M. Neurological manifestations in vitamin B12 deficiency / Avdey G.M., Kulesh S.D., Khopersky P.G., Oganessian A.A.
2. Lunyakova M.A. Vitamin B12 - deficiency anemia in infants: clinical picture, modern methods of diagnosis and treatment / Lunyakova M.A., Demikhov V.G., Dronova S.N., Kalinina Yu.Yu., Zhurina O.N. // Questions hematology/oncology and immunopathology in pediatrics. 2019.- T.18.- №3.- S. 70-77DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-3-70-77
3. H. Chassaigne, Ryszard Lobinski. Direct species-selective determination of cobalamins by ionspray mass spectrometry and ionspray tandem mass spectrometry. Analyst, Royal Society of Chemistry, 1998, 123 (1), pp.131--137. DOI: 10.1039/a704698g
4. Vdovichenko V.P. Risk factors for the development of vitamin B12 deficiency and its consequences / Vdovichenko V.P., Bronskaya G.M., Borisenko O.A., Korshak T.A. // Medical News. 2019.- №8(299).- S. 13-18
5. Yurova E.A. Quality control and safety of milk-based functional products // Dairy industry.2020.-№6.- P. 12-15
6. Yurova E.A. Development of modern methods of analysis for the identification of milk and dairy products // Molochnaya reka.2020.- №2(74).- P.20-25
7. Campos-Giménez, E, Fontannaz P, Trisconi MJ, Kiling

T, Gimenez C, Andrieux P, 2008. Determination of vitamin B12 in food products by liquid chromatography/UV detection with immunoaffinity extraction: single-laboratory validation. J AOAC Int 91:786-93

8. H. Lichtenstein, A. Beloian, H. Reynolds J. Vitamin B12 in Foodstuffs, Comparative Vitamin B12 Assay of Foods of Animal Origin by Lactobacillus leichmannii and Ochromonas malhamensis Agric. Food Chem., 7 (1959), p. 771

9. B. Morelli, Fresen. J. Anal. Chem. 354 (1996) 97. Determination of a Quaternary Mixture of Vitamins B6, B1, and B12 and Uridine 5'-Triphosphate by Derivative Spectrophotometry DOI:10.1002/jps.2600840109

10. Kumar, S. S., Chouhan, R. S., & Thakur, M. S. (2010). Trends in analysis of vitamin B12. Analytical Biochemistry, 398(2), 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2009.06.041>.

11. Hua-Bin Li, Feng Chen, Yue Jiang, 2000. Determination of vitamin B12 in multivitamin tablets and fermentation medium by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection Journal of Chromatography A 891(2):243-247 DOI:10.1016/S0021-9673(00)00724-X

12. Zironi E, Gazzotti T, Barbarossa A, Devicienti C, Scardilli M, Pagliuca G, 2013. Technical note: development and validation of a method using ultra performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry for determination of vitamin B-12 concentrations in milk and dairy products. J Dairy Res 96:2832-6.

ОБ АВТОРЕ:

Жижин Николай Анатольевич, кандидат технических наук, научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности»

ABOUT THE AUTHOR:

Nikolay A. Zhizhin, Candidate of Technical Sciences, Researcher, All-Russian Research Institute of the Dairy Industry

НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•

На Дону построят завод по производству кормов для КРС

В Ростовской области запланировано строительство завода по производству кормов для КРС. Импортозамещающий инвестпроект в Орловском районе реализует Кагальницкий мясокостный завод, сообщила на заседании совета по инвестициям при губернаторе и.о. министра сельского хозяйства и продовольствия области Ольга Горбанева.

Сроки реализации проекта – с 2022-го по 2025 год. «Основное сырье – утилизированные надлежащим образом отходы животного происхождения», – пояснила чиновник. По ее данным, на сегодняшний день уже закуплено оборудование на 30 млн рублей.

В результате реализации проекта в регионе появится 100 новых рабочих мест.

(Источник: milknews.ru)

В 2022 году объем реализации молока в сельхозорганизациях вырос на 3,3%

По данным Минсельхоза России, по состоянию на 9 мая текущего года суточный объем реализации молока сельскохозяйственными организациями составил 53,11 тыс. т, что на 3,3% (1,68 тыс. т) больше показателя за аналогичный период прошлого года.

Максимальные объемы реализации от 1,5 тыс. т достигнуты в Республике Татарстан, Удмуртской Республике, Краснодарском крае, Воронежской, Кировской, Новосибирской, Свердловской, Белгородской, Ленинградской, Московской областях.

Средний надой молока от одной коровы за сутки составил 19,86 кг, что на 1,12 кг больше, чем годом ранее. Лидерами среди регионов по данному показателю являются Курская, Калининградская, Ленинградская области. В этих регионах получено более 25 кг молока в расчете на 1 корову.

Первый Соевый Демо-Полигон засеян в Самарской области

В Приволжском районе Самарской области засеян первый Соевый Демо-Полигон: на 60 га размещено 30 сортов сои от разных производителей и 4 системы защиты.

Как заверили агрономы, посев сои на две недели позже привычных сроков, – связанный с обрушившимися на Поволжье затяжными дождями и холодами, – не принесет каких-либо отклонений. Главное, чтобы за весь сезон была набрана необходимая сумма эффективных температур, отметили специалисты.

За посевами в ежедневном режиме будут наблюдать ученые Самарского государственного университета, а также агрономы предприятия «Сев-07» – крупнейшего производителя сои в области.

(Источник и фото: официальный портал Соевого Союза ПФО)

УДК 579.62:612.015.3

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-137-142>

исследования/ research

Попов В.С.,
Свазлян Г.А.,
Наумов Н.М.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск, Российская Федерация, 305021, ул. Карла Маркса, 70Б
E-mail: manukyang@yandex.ru

Ключевые слова: питательная среда, пробиотики, метаболиты, поросята, микробиоценоз, метаболизм

Для цитирования: Попов В. С., Свазлян Г.А., Наумов Н.М. Биологические аспекты культивирования и применения активных метаболитов пробиотика *B. subtilis*. Аграрная наука. 2022; 359 (5): 137–142.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-137-142>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Victor S. Popov,
Gayane A. Svazlyan,
Nikolai M. Naumov

Federal Agricultural Kursk Research Center, 70B,
Karl Marx st., Kursk, 305021, Russian Federation
E-mail: manukyang@yandex.ru

Key words: nutrient medium, probiotics, metabiotics, piglets, microbiocenosis, metabolism

For citation: Popov V.S., Svazlyan G.A., Naumov N.M. Biological aspects of cultivation and application of active metabolites of *B. subtilis* probiotic. Agrarian Science. 2022; 359 (5): 137–142. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-137-142>

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

The authors declare no conflict of interest.

Биологические аспекты культивирования и применения активных метаболитов пробиотика *B. subtilis*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современных исследованиях тема метаболитов рассматривается в качестве одного из актуальных направлений развития пробиотиков, в будущем — как новый класс метаболитов. В статье приведены результаты исследований при культивировании пробиотического микроорганизма *B. subtilis* в зерновой питательной среде из овса голозерного, научно-практическое обоснование использования экспериментальной пробиотической суспензии при формировании микробиоценоза и метаболизма желудочно-кишечного тракта у поросят раннего отъема.

Методы. Как основу питательных сред для получения метаболитов пробиотической культуры *Bacillus subtilis* использовали пророщенное и непророщенное зерно овса голозерного сорта Немчиновский из расчета 100 г измельченного сырья на 3 л воды. Массовая доля протеиногенных аминокислот в экспериментальных пробиотических суспензиях (ЭПС) исследовалась методом капиллярного электрофореза. Научно-хозяйственный опыт проведен по методике А.И. Овсяникова, 1976.

Результаты. В питательных средах на основе овса (О, ОП) численность КОЕ пробиотических микроорганизмов имеет определенную вариабельность. Увеличение численности КОЕ *B. subtilis* продолжалось до 6-х суток, в образце ОП она достигала $5,8 \cdot 10^7$ КОЕ/см³, что на 15,5% выше, чем в образце на основе непророщенного овса, после чего наблюдался спад до 8-х суток в среде на основе ОП до $15,5 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. При этом синтез аминокислот установлен выше по сравнению с контролем (пророщенное зерно): лизина — в пределах 7,85–10,53 г/л, метионина — 2,03–2,35 г/л, лейцина + изолейцина — в пределах 5,79–9,7 г/л. Показатели белкового обмена находятся в пределах физиологической нормы у поросят опытных групп. У поросят, получавших экспериментальную пробиотическую суспензию, более выраженный антагонистический эффект при формировании микробиоценоза к условно-патогенным бактериям был проявлен при выпаивании культуры *B. subtilis*, выращенной на среде, основой которой служил овес пророщенный.

Biological aspects of cultivation and application of active metabolites of *B. subtilis* probiotic

ABSTRACT

Relevance. In modern research, the topic of metabiotics is considered as one of the current directions in the development of probiotics, in the future — as a new class of metabiotics. The article presents the results of studies during the cultivation of the probiotic microorganism *B. subtilis* in a grain nutrient medium from naked oats, and a scientific and practical substantiation of an experimental probiotic suspension during the formation of microbiocenosis and metabolism of the gastrointestinal tract in early weaning piglets.

Methods. As the basis of nutrient media for obtaining metabolites of the probiotic culture of *Bacillus subtilis*, sprouted and non-sprouted oat grains of the naked variety Nemchinovsky were used at the rate of 100 g of crushed raw material per 3 l of water. The mass fraction of proteinogenic amino acids in experimental probiotic suspensions (EPS) was studied by capillary electrophoresis. The scientific and economic experiment was carried out according to the method of A.I. Ovsyanikov, 1976.

Results. In nutrient media based on oats (O, OP), the number of CFU of probiotic microorganisms has a certain variability. The increase in the abundance of *B. subtilis* CFU continued up to 6 days, in the OP sample it reached $5.8 \cdot 10^7$ CFU/cm³, after what it decreased until 8th day down to $15.5 \cdot 10^6$ CFU/cm³. At the same time, the synthesis of amino acids is higher compared to control (germinated grain): lysine — in the range of 7.85–10.53 g/l, methionine — 2.03–2.35 g/l, leucine + isoleucine — in the range 5.79–9.7 g/l. Indicators of protein metabolism are within the physiological norm in piglets of experimental groups. In piglets that received an experimental probiotic suspension, a more pronounced antagonistic effect, during the formation of microbiocenosis, was manifested to conditionally pathogenic bacteria if they were given *B. subtilis*, obtained on a medium based on sprouted oats.

Поступила: 21 апреля 2022
Принята к публикации: 20 мая 2022

Received: 21 April 2022
Accepted: 20 May 2022

Введение

Проблема снижения генетического потенциала продуктивности животных и сохранности молодняка приводит к поиску новых технологических и профилактических решений в области кормления и специфической профилактики организма животных. Высококонцентрированный тип кормления свиней, применяемый в настоящее время на свиноводческих комплексах, в условиях гиподинамии, особенно супоросных свиноматок, часто приводит к нарушению обмена веществ, что вызывает агалактию свиноматок и рождение низкорезистентного молодняка. Вместе с тем, достаточно большой арсенал импортных и отечественных антибиотиков, фармакологических средств и витаминных препаратов в ветеринарной медицине не ведет к снижению тенденции к заболеваемости животных [1]. Эти и другие факторы явились одной из причин возросшего в последние десятилетия интереса ученых к роли микроорганизмов, обитающих в организме животных и человека, в поддержании их здоровья и сохранения продуктивных качеств [2, 3, 4]. Пробиотическая концепция, зародившаяся на рубеже XX–XXI столетий и интенсивно развиваемая современной наукой — микробной экологией человека и животных — способствовала появлению принципиально новых «микробных» лечебно-профилактических препаратов, получивших название «пробиотики».

Способ получения активных метаболитов пробиотиков базируется на использовании технологической схемы, которая включает в качестве основных стадий: процесс культивирования штаммов; стабилизацию бактериальной культуры; изготовление определенной формы препарата или биологически активной добавки. В пробиотическом производстве для накопления биомассы бактерий чаще всего используется глубинное культивирование, являющееся необходимой технологической стадией. Эффективность этого процесса зависит от качества питательной среды, маточной культуры и параметров режима культивирования, которые определяются техническим уровнем оборудования. Поскольку правильный подбор питательной среды в значительной степени определяет качество и успех эксперимента, исследования в данном направлении продолжаются [5, 6].

Следует отметить, что наряду с поиском более эффективных пробиотических микроорганизмов мы разрабатываем научное обоснование метаболитов как продолжение пробиотической концепции. При этом в наших исследованиях положение пробиотической концепции реализуется в изучении и применении метаболитов пробиотических микроорганизмов для разработки новых биологически активных добавок и способов их применения в животноводстве [7, 8, 9].

Метабиотики — это группа препаратов, которые содержат в себе активные метаболиты (продукты жизнедеятельности) пробиотических культур, среди которых можно назвать лизоцим, бактериоцины, каталазы, ферменты, органические и аминокислоты, полипептиды и другие соединения [10, 11]. Помимо биологически активного воздействия на макроорганизм, они в значительной степени оказывают влияние на антагонистическую активность продуцирующего пробиотика, тем самым создавая благоприятные условия для его жизнедеятельности и интеграции в микробиомное сообщество желудочно-кишечного тракта [12, 13].

Отмечается, что одним из проявлений взаимоотношений микроорганизмов в природе является их антагонизм, заключающийся в том, что при совместном развитии бактерии одного вида угнетают жизнедея-

тельность бактерий другого вида [14, 15, 16]. Данное свойство бактерий получило практическое применение в ветеринарии за счет их использования в качестве пробиотиков. Установлено, что широкое использование в ветеринарной и медицинской практике последних десятилетий различных пробиотических препаратов из живых лакто- и бифидобактерий привело к снижению их лечебного действия и подтолкнуло ученых к поиску новых, более эффективных микроорганизмов с пробиотическими свойствами.

Установлено, что *Bacillus subtilis* — пробиотический микроорганизм. Количество бацилл в кишечнике может достигать 10^7 КОЕ/г, что сравнимо с аналогичным показателем *Lactobacillus*. В связи с этим ряд исследователей рассматривают бактерии рода *Bacillus* как один из компонентов нормальной микрофлоры кишечника животных [17, 18].

Следует отметить отсутствие патогенности для поросят пробиотических штаммов *Bacillus subtilis* и их метаболитов, что позволяет считать их наиболее перспективными в качестве пробиотиков нового поколения [19, 20].

Таким образом, разработка пробиотической концепции метаболитных пробиотиков, научно-практическое обоснование возможности их использования в качестве биологически активных добавок с определением закономерностей изменения состава кишечного микробиоценоза поросят в отъемный период позволяют выявить важное звено в патогенезе возникновения и развития гастроэнтеритов поросят. Разработка биологически активных добавок метаболитного типа, обогащенных клеточными компонентами бактерий-продуцентов, представляется актуальным направлением в области биотехнологии и кормления животных.

Цель исследований — определение количественного и качественного состава метаболитов у пробиотика — продуцента *B. subtilis* при культивировании на зерновой питательной среде из овса и изучение возможности применения метаболитов в качестве жидкой биологически активной добавки для коррекции метаболизма и микробиоценоза желудочно-кишечного тракта у поросят раннего отъема.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- 1) обосновать возможность использования овса голозерного в качестве питательной среды для получения метаболитов при культивировании пробиотического микроорганизма *B. subtilis*, штамм DSM-32424;
- 2) изучить влияние экспериментальной пробиотической суспензии на формирование метаболизма и микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят.

Методика

Исследования выполнены в лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Курский федеральный аграрный научный Центр» (ФГБНУ «Курский ФАНЦ»), г. Курск, Российская Федерация (РФ). Как основу питательных сред для получения метаболитов пробиотической культуры *Bacillus subtilis*, штамм DSM-32424, использовали пророщенное и непророщенное зерно овса голозерного сорта Немчиновский из расчета 100 г измельченного сырья на 3 л воды. Субстрат плавню нагревали от 25 до 90 °C в течение 6 часов, после чего давали остыть естественным образом. Под контролем pH-метра доводили pH до 7,5 с помощью 20%-го водного раствора NaOH. Посев *B. subtilis* проводили предва-

нительно стандартизированной в лабораторных условиях культурой до $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ из расчета 4 мл на литр подготовленной питательной среды.

Культивирование проводили в течение 14 дней в термостате «KBCG 100/250» при температуре 37 ± 1 °C, ежедневно отслеживали количество КОЕ *B. subtilis* в культуральной жидкости при применении микроскопа «Levenhuk 740T» с цифровой камерой «Levenhuk M1400 PLUS» и pH-метра «Kelilong pH-013».

Массовая доля протеиногенных аминокислот в экспериментальных пробиотических суспензиях (ЭПС) исследовалась методом капиллярного электрофореза по методикам в соответствии с ГОСТ Р 55569-2013, сырого протеина в г/л — по ГОСТ 32044.1-2012. Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния экспериментальной пробиотической суспензии на формирование метаболизма и микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят проводили в условиях свиноматки ООО «Агроиника» Курской области, при выращивании поросят-отъемышей до 75-суточного возраста. Было сформировано 3 группы поросят по 15 голов в возрасте 10 дней, первая группа получала ЭПС на основе овса пророщенного, вторая группа получала ЭПС на основе овса непророщенного, третья являлась контрольной. Экспериментальный образец биологически активной добавки выпаивали в количестве не менее $2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл *Bacillus subtilis*, штамм DSM-32424. Анализ состава микрофлоры в среде *faecalis* проводили на 25-е сутки и 40-е сутки методом количественного группового анализа содержимого толстого отдела кишечника по общепринятым методикам [21].

Кровь исследовали в 25- и 40-суточном возрасте на биохимическом анализаторе «Automated Veterinary Hematology Analyzer PCE-90 VET». Статистическую обработку показателей проводили с применением методики вариационной статистики для «Microsoft Excel». Оценку значимости различий средних арифметических проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты

Культивирование пробиотического микроорганизма *B. subtilis*, штамм DSM-32424, в зерновой питательной среде на основе овса голозерного позволяет установить определенные особенности роста его численности. При определении метаболической активности пробиотического микроорганизма установлено, что максимальный показатель численности микроорганизма составил $58 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ на 6-е сутки культивирования в среде из

Рис. 1. Динамика количества КОЕ при культивировании *B. subtilis* на зерновых питательных средах: ОП — овес пророщенный, О — овес непророщенный

Fig. 1. Dynamics of the number of CFU during the cultivation of *B. subtilis* on grain nutrient media: OP — sprouted oats, O — not sprouted oats

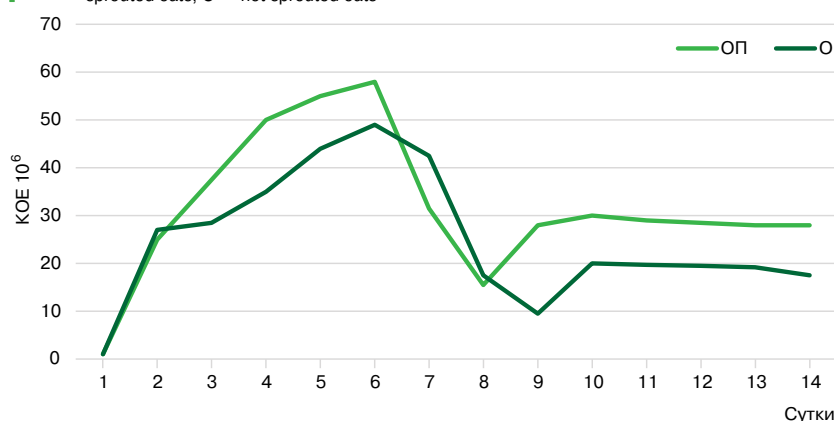


Таблица 1. Показатели аминокислотного состава пробиотической суспензии

Table 1. Indicators of the amino acid composition of the probiotic suspension

Наименования показателей	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
	Овес	Овес <i>B. subtilis</i>	Пророщенный овес	Пророщенный овес <i>B. subtilis</i>
Массовая доля сырого протеина, г/л	0,80 $\pm$ 0,23	0,73 $\pm$ 0,31	0,79 $\pm$ 0,29	0,70 $\pm$ 0,37
Массовая доля протеиногенных аминокислот, мг/л	Аргинин	14,61 $\pm$ 0,42	14,40 $\pm$ 1,51	6,55 $\pm$ 0,11
	Лизин	6,91 $\pm$ 0,52	9,80 $\pm$ 1,82*	5,18 $\pm$ 0,25
	Тирозин	10,31 $\pm$ 1,11	12,00 $\pm$ 0,90	6,71 $\pm$ 1,12
	Фенилаланин	8,70 $\pm$ 0,91	9,12 $\pm$ 0,73	4,38 $\pm$ 1,35
	Гистидин	5,09 $\pm$ 1,32	4,30 $\pm$ 1,91	3,45 $\pm$ 1,21
	Лейцин + изолейцин	24,94 $\pm$ 0,90	25,19 $\pm$ 0,32	19,04 $\pm$ 0,91
	Метионин	3,65 $\pm$ 1,71	5,81 $\pm$ 1,91	3,78 $\pm$ 1,25
	Валин	11,65 $\pm$ 0,75	12,68 $\pm$ 0,81	13,40 $\pm$ 0,70
	Пролин	19,27 $\pm$ 0,17	22,37 $\pm$ 0,32	22,34 $\pm$ 0,93
	Треонин	14,97 $\pm$ 0,92	10,06 $\pm$ 1,71*	15,59 $\pm$ 0,24
	Серин	20,61 $\pm$ 0,90	17,68 $\pm$ 1,21*	19,81 $\pm$ 0,81
	Аланин	15,13 $\pm$ 0,51	20,50 $\pm$ 1,41*	23,13 $\pm$ 0,41
	Глицин	10,32 $\pm$ 0,54	18,20 $\pm$ 1,61*	7,84 $\pm$ 1,18
				8,66 $\pm$ 1,33

Примечание: * — при $P \leq 0,05$ достоверность различий показателей О и ОП к контролю на 14-й день эксперимента.

овса пророщенного. На 10–11-е сутки численность КОЕ стабилизировалась на уровне $28 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ (рис. 1).

В средах на основе овса (О, ОП) численность КОЕ пробиотических микроорганизмов имеет определенную вариабельность. Увеличение численности КОЕ *B. subtilis* продолжалось до 6-х суток, в образце ОП он достигал $58 \cdot 10^6$ КОЕ/см³, что на 15,5% выше, чем в образце на основе непророщенного овса, после чего наблюдался спад до 8-х суток в среде на основе ОП до $15,5 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. К 10-м суткам численность поднималась до $30 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ и далее до конца эксперимента не опускалась ниже $28 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. В среде на основе непророщенного овса спад продолжался до 9-х суток и достигал $9,5 \cdot 10^6$ КОЕ/см³. К 10-м суткам наблюдался подъем до $20 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ и до конца эксперимента численность не опускалась ниже $12,5 \cdot 10^6$ КОЕ/см³.

Анализ количественных и качественных показателей метаболитов в виде протеиногенных аминокислот (таблица 1) позволяет характеризовать культуральную жидкость как биологически активную добавку.

Следует отметить, что снижение показателя сырого протеина возможно за счет ферментации зерновок овса при прорастании. Качественный и количественный состав пробиотической суспензии отражает белковую полноценность суспензии, обогащенную органическими кислотами. При этом синтез аминокислот имеет определенную вариабельность в опытных и контрольных образцах (таблица 1).

В образцах зерна овса не пророщенного с пробиотиком *B. subtilis* по сравнению с контролем, при практически равных показателях аргинина, фенилаланина, гистидина, лейцина + изолейцина и валина, установлено достоверное увеличение лизина, аланина и глицина на 41,8%, 35,5% и 76,4% соответственно и снижение серина и треонина до 32,8–14,2% соответственно. Вместе с тем в образцах с пророщенным зерном овса с *B. subtilis* по сравнению с контролем установлено достоверное уменьшение аргинина, лейцина + изолейцина, валина, треонина и серина в среднем на 37,8%, что связано с активностью биохимических процессов в зерновке овса для формирования ростков, что согласуется с общим содержанием протеина в образцах.

Экспериментальная пробиотическая суспензия представляет собой биологически активную добавку, включающую КОЕ пробиотических микроорганизмов не менее $28 \cdot 10^6$ КОЕ/мл с содержанием сырого протеина в пределах 0,7–0,8 г/л, протеиногенными аминокислотами.

Известно, что поросят на ранних стадиях развития впадают в состояние физиологического иммунодефицита, в этой связи изучение метаболического статуса поросят в неонатальном периоде является особенно актуальным с точки зрения применения биологически активных добавок.

Следует отметить, что показатели белкового обмена находятся в пределах физиологической нормы у поросят опытных групп. Вместе с тем, содержание общего белка в первой опытной группе достоверно выше по отношению к контрольной (в пределах 7,9–7,2% соответственно периодам исследований), аналогичная тенденция установлена и по альбуминовой фракции (18,2–15,4%). При этом показатели мочевины не имеют достоверных различий по группам поросят. Показатели креатинина в опытных группах достоверно снижены по периодам исследований: в пределах 19,3–7,4% в первой опытной группе и 11,7–12,9% — во второй опытной группе по сравнению с контрольной. Относительно низкие показатели мочевины и креатинина дают основание предположить повышенную активность обмена белка, что подтверждается высоким уровнем активности АлАТ: 23,3–35,7% в первой опытной группе и 21,3–28,8% — во второй по сравнению с контрольной, и АсАТ — 51,4%–48,1% и 47,4–44,6%

соответственно. Вместе с тем показатели липидного и углеводного обмена находились в пределах физиологической нормы у поросят опытных и контрольной группы. Следует отметить, что применение биологически активной добавки наиболее существенное влияние оказало на формирование микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят.

В опыте на поросятах-сосунках установлены фоновые показатели микробиоценоза желудочно-кишечного тракта на 10-е сутки жизни. Микробный фон в фекалиях был на 96% представлен бифидум- и лактобактериями в равном соотношении, в среднем $0,2 \cdot 10^8$ КОЕ/г, эшерихии занимали 1,87%, что составляло $0,27 \cdot 10^6$ КОЕ/г. В первой и второй группах на 25-е сутки отмечается рост численности *B. bifidum*. Во второй группе в фекалиях поросят количество бифидобактерий составляло $0,25 \cdot 10^9$ КОЕ/г, что выше на 8%, чем в первой группе, и на 89,2%, чем в контроле. Количество лактобактерий в фекалиях животных второй группы составляло $0,82 \cdot 10^8$ КОЕ/г, что на 14% выше, чем в первой группе, и на 36% выше, чем в контроле.

Необходимо отметить, что на 25-е сутки в фекалиях поросят всех трех групп обнаруживаются сальмонеллы, наибольшее количество ($0,11 \cdot 10^5$ КОЕ/г) регистрировали в контроле, а наименьшее — во второй группе ($0,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г, что на 26% ниже, чем в первой).

У поросят на 40-е сутки (рис. 2) в первой и второй группах большую часть микроорганизмов составляли *B. bifidum* — 79% и 80,73%. Лактобактерии в фекалиях составляли: в первой группе — 20,4%, во второй — 18,83%. В контроле преобладали стафилококки, их количество достигает 44,28%, 38,38% занимают лактобактерии и лишь третьими в соотношении являются бифидобактерии (14,76%), следующим по массовости (1,47%) является протей и 1,1% суммарно занимают остальные виды микроорганизмов.

В исследованиях установлено, что более эффективно интегрировались в микробиом желудочно-кишечно-

Таблица 2. Биохимические показатели крови поросят, n = 15

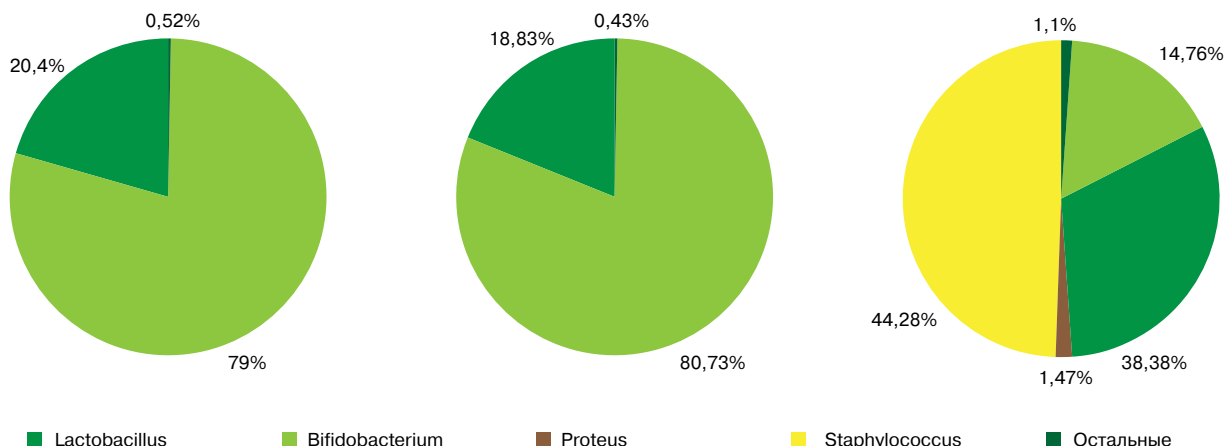
Table 2. Biochemical parameters of piglets blood, n = 15

Показатели	1-я группа (опыт), 25/40-е сут.	2-я группа (опыт), 25/40-е сут.	3-я группа (контроль), 25/40-е сут.
Общий белок, г/л	59,49±0,57* 57,84±1,21*	57,82±0,41 56,21±0,31	55,14±0,01 53,97±0,11
Альбумины, г/л	41,27±0,34* 39,05±0,21*	40,85±0,31 39,42±0,27*	34,91±0,54 33,85±0,12
Мочевина, мм/л	2,83±0,42 3,81±0,60	3,29±0,32 4,21±0,23	4,17±1,01 4,73±0,78
Креатинин, мкМ/л	57,41±1,23* 69,38±1,01*	63,25±1,51* 65,24±1,32*	71,12±0,61 74,91±0,19
Холестерин, мм/л	1,87±0,23 1,69±0,41	2,01±0,49 1,96±0,21	1,71±0,15 1,64±0,19
Общие липиды, г/л	3,24±0,23 2,91±0,41	3,01±0,61 2,89±0,17	2,75±0,34 2,62±0,22
Триглицериды, мм/л	0,61±0,31 0,72±0,46	0,58±0,07 0,70±0,11	0,51±0,41 0,57±0,14
Глюкоза, мм/л	5,83±0,42 5,89±0,35	5,79±0,24 5,86±0,74	5,71±0,47 6,19±0,34
АлАТ, Е/л	39,41±1,12* 43,45±1,28*	38,78±1,24* 41,23±1,32*	31,97±1,14 32,01±1,31
АсАТ, Е/л	57,01±1,14* 59,07±1,41*	55,49±1,05* 57,68±1,25*	37,65±0,71 39,89±1,12

Примечание: * — достоверно по отношению к контрольной группе при $P \leq 0,05$.

Рис. 2. Процентное соотношение показателей микробиоценоза у поросят на 40-е сутки

Fig. 2. The percentage of indicators of microbiocenosis in piglets on the 40th day



го тракта поросят *B. bifidum* во второй группе, которой выпаивалась суспензия пробиотических микроорганизмов, выращенная на среде из проросшего овса. Установлено, что количество бифидобактерий в фекалиях поросят в ней было на 13,9% больше, чем в первой. В контроле количество бифидобактерий было на 91,7% меньше, чем во второй группе, что подтверждает факт активного формирования микробиоценоза желудочно-кишечного тракта у поросят за счет активного заселения кишечника *B. bifidum*. При этом экспериментальная пробиотическая суспензия на основе пробиотического микроорганизма *B. subtilis* способствует колонизации в кишечнике микробима нормальной микрофлоры.

Выводы

В исследованиях обоснована возможность использования овса голозерного в качестве питательной среды для получения метаболитов при культивировании пробиотического микроорганизма *B. subtilis*, штамм DSM-32424.

Экспериментальная пробиотическая суспензия представляет собой биологически активную добавку, включающую КОЕ пробиотических микроорганизмов не менее $28 \cdot 10^6$ КОЕ/мл с содержанием сырого протеина в пределах 0,7–0,8 г/л. Качественный и количественный

состав пробиотической суспензии отражает белковую полноценность суспензии, обогащенной органическими кислотами.

При определении метаболической активности пробиотического микроорганизма установлено, что максимальный показатель численности микроорганизма составил $58 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ на 6-е сутки культивирования в среде из овса проросшего. На 10–11-е сутки численность КОЕ стабилизировалась на уровне $28 \cdot 10^6$ КОЕ/см³.

Установлено влияние экспериментальной пробиотической суспензии на формирование микробиоценоза желудочно-кишечного тракта поросят. Содержание общего белка сыворотки крови в первой опытной группе достоверно выше по отношению к контрольной (в пределах 7, 9–7,2% соответственно периодам исследований), аналогичная тенденция установлена и по альбуминовой фракции (в пределах 18,2–15,4%).

У поросят, получавших экспериментальную пробиотическую суспензию, содержание *B. bifidum* в фекалиях существенно выше, чем в контроле, микробом был в основном представлен бифидум- и лактобактериями, другая микрофлора составляла менее 1%. Более выраженный антагонистический эффект был проявлен *B. subtilis* на среде, основой которой служил овес проросший.

ЛИТЕРАТУРА

- Магомедалиев И. М., Некрасов Р. В., Чабаев М. Г., Джавахия В. В., Глаголева Е. В., Карташов М. И. Влияние пробиотического комплекса на продуктивные качества и обменные процессы у растущего откармливаемого молодняка свиней. *Аграрная наука*. 2020; 1:22–26.
- Ардатская М. Д., Столярова Л. Г., Архипова Е. В., Филимонова О. Ю. Метабиотики как естественное развитие пробиотической концепции Трудный пациент. 2017. 6–7(15): 35–39.
- Несчислаев В. А., Мокин, П. А., Федорова Т. В. К вопросу разработки высокоэффективных метаболитных пробиотиков. Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. 2016; 2(8): 15–17.
- Aarti Singh, Vishakha Vishwakarma, Barkha Singhal. *Metabiotics: The Functional Metabolic Signatures of Probiotics: Current State-of-Art and Future Research Priorities – Metabiotics: Probiotics Effector Molecules. Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2018; 9:147–189.
- Питайкина А. О., Яценко Е. С., Ильина Е. Г., Ширманов М. В., Евдакимов И. Ю. Питательная среда для культивирования *Bacillus subtilis* ВКПМ В-12079. RU 2680702 патентообладатель Алтайский государственный университет. 2019.
- Ширшиков Н. В., Редикульцев Ю. В., Музафаров Е. Н.,

Гаврилов А. Б., Шевелев Д. А. Культивирование *Bacillus subtilis* в структуре безотходной технологии получения пробиотического препарата ветеринарного назначения. *Известия Тульского государственного университета. Естественные науки*. 2016; 1: 99–107.

7. Плотникова Е. Ю. Эффекты активных метаболитов *Bacillus subtilis* в пробиотическом продукте нового поколения. *PMЖ. Медицинское обозрение*. 2018; 3: 39–44.

8. Hansen Ch. Focusing on early life piglet performance is critical for success. *International Pig Topics*. 2018;33(2): 6–7.

9. Федорова, О. В., Назмиева А. И., Нуретдинова Э. И., Валеева Р. Т. Пробиотические препараты на основе микроорганизмов рода *Bacillus*. *Вестник Технологического университета*. 2016; 15(19): 170–174.

10. Sanchez B., Delgado S., Blanco-Míguez A., Lourenço A., Guimond M., Margolles A. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. *Mol. Nutr. Food Res*. 2017; 61(1): 23–27.

11. Fisinin V. I., Artem'eva E. A., Chebotarev I. I., Laptev G. Yu., Nikonov I. N., Il'ina L. A., Mashentseva N. G., Savinov A. V., Klabukova D. L., Yildirim E. A., Novikova N. I. Dietary probiotic *Lactobacillus plantarum* L-211 for farm animals. II. The additive for piglets. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2017; 52, (2): 418–424.

12. Ушакова Н. А., Некрасов Р. В., Правдин И. В., Сверчкова Н. В., Коломеиц Э. И., Павлов Д. С. Механизмы влияния пробиотиков на симбиотное пищеварение. Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2015; 5: 468–476.

13. Lebeer S., Bron P. A., Marco M. L., Van Pijkeren J-P, O'Connell Motherway M., Hill C., Pot B., Roos S., Klaenhammer T. Identification of probiotic effector molecules: present state and future perspectives. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 217 – 223.

14. Русалеев В.С., Прунтова О.В., Васильева Д.А. Культурально-морфологические и биохимические свойства штаммов *Bacillus subtilis*. Ветеринария сегодня. 2019;1 (28): 58–62.

15. Patel R., Dupont H. L. New approaches to bacteriotherapy: Prebiotics, probiotics of the new generation and synbiotics. *Klin. Infect. Dis.* 2015; 60(2): P. 108–121.

16. Bai K., Huang Q., He J., Zhang L., Wang T. Supplemental effects of the probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on the growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*. 2017; 96 (1): 74–82.

REFERENCES

1. Magomedaliyev I. M., Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Dzhavakhia V. V., Glagoleva E. V., Kartashov M. I. Influence of the probiotic complex on productive qualities and metabolic processes in growing fattened young animals pigs *Agricultural science*. 2020; 1:22–26. (In Russ.)

2. Ardatskaya M. D., Stolyarova L. G., Arkhipova E. V., Filimonova O. Yu. Metabiotics as a natural development of the probiotic concept Difficult patient. 2017. 6–7(15): 35–39 (In Russ.).

3. Neschislyayev V.A., Mokin, P.A., Fedorova T.V. On the development of highly effective metabolite probiotics. Actual directions of scientific research: from theory to practice. 2016; 2(8): 15–17. (In Russ.).

4. Aarti Singh, Vishakha Vishwakarma, Barkha Singhal Metabiotics: The Functional Metabolic Signatures of Probiotics: Current State-of-Art and Future Research Priorities – Metabiotics: Probiotics Effector Molecules. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2018; 9:147–189.

5. Pitaikina A. O., Yatsenko E. S., Ilyina E. G., Shirmanov M. V., Evdakimov I. Yu. Nutrient medium for cultivation of *Bacillus subtilis* VKPM V-12079. RU 2680702 Patent holder Altai State University. 2019. (In Russ.).

6. Shirshikov N.V., Redikultsev Yu.V., Muzafarov E.N., Gavrilov A.B., Shevelev D.A. Cultivation of *Bacillus subtilis* in the structure of a waste-free technology for obtaining a probiotic preparation for veterinary purposes. *News of the Tula State University. Natural Sciences*. 2016; 1:99–107(In Russ.).

7. Plotnikova E.Yu. Effects of active metabolites of *Bacillus subtilis* in a new generation probiotic product. breast cancer. *Medical review*. 2018; 3: 39–44. (In Russ.).

8. Hansen Ch. Focusing on early life piglet performance is critical for success. *International Pig Topics*. 2018;33(2): 6–7.

9. Fedorova O.V., Nazmieva A.I., Nuretdinova E.I., Valeeva R.T. Probiotic preparations based on microorganisms of the genus *Bacillus*. *Bulletin of the Technological University*. 2016; 15(19): 170–174. (In Russ.).

10. Sánchez B., Delgado S., Blanco-Míguez A., Lourenço A., Guimond M., Margolles A. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. *Mol. Nutr. Food Res*. 2017; 61(1): 23–27

ОБ АВТОРАХ:

Попов Виктор Сергеевич, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией ветеринарной медицины и биотехнологий Курского федерального аграрного научного центра
ORCID: 0000-0003-3404-1591

Связлян Гаяне Агасовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий Курского федерального аграрного научного центра
ORCID: 0000-0001-9119-1217

Наумов Николай Михайлович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий Курского федерального аграрного научного центра
ORCID: 0000-0002-2149-4711

17. Roselli M., Pieper R., Rogel-Gaillard C., Vries H., Bailey M., Smidt H., Lauridsen C. Immunomodulating effects of probiotics for microbiota modulation, gut health and disease resistance in pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2017; 233: 104–119.

18. Стрекаловских А.В., Белоусов А.И. Научное обоснование применения пробиотиков и метабиотиков для профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Молодежь и наука. 2018; 3: 30.

19. Nguyen H-T, Truong D-H., Kouhonde S., Ly S., Razafindralambo H., Delvigne F. Biochemical engineering approaches for increasing viability and functionality of probiotic bacteria. *Int J Mol Sci*. 2016; 17(6):867.

20. Lin L., Zhang J. Role of intestinal microbiota and metabolites on gut homeostasis and human diseases *BMC Immunol* 2017; 18(2): 2-25

21. Кондрахина И.П., Архипова А.В., Левченко В.И., Талангов Г.А., Новиков В.Э. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики - справочник М.: «КолосС». 2004.520с.

11. Fisinin V.I., Artem'eva E.A., Chebotarev I.I., Laptev G. Yu, Nikonov I. N., Il'ina L. A., Mashentseva N. G., Savinov A. V., Klabukova D. L., Yildirim E. A., Novikova N. I. Dietary probiotic *Lactobacillus plantarum* L-211 for farm animals. II. The additive for piglets. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2017; 52, (2): 418–424.

12. Ushakova N. A., Nekrasov R. V., Pravdin I. V., Sverchkova N. V., Kolomeits E. I., Pavlov D. S. Mechanisms of the effect of probiotics on symbiotic digestion. *News of the Russian Academy of Sciences. Biological series*. 2015; 5:468–476. (In Russ.).

13. Lebeer S., Bron P. A., Marco M. L., Van Pijkeren J-P, O'Connell Motherway M., Hill C., Pot B., Roos S., Klaenhammer T. Identification of probiotic effector molecules: present state and future perspectives. *Current Opinion in Biotechnology*. 2018; 49: 217 – 223.

14. Rusaleev V.S., Pruntova O.V., Vasil'eva D.A. Cultural-morphological and biochemical properties of *Bacillus subtilis* strains. *Veterinary today*. 2019;1(28):58–62. (In Russ.).

15. Patel R., Dupont H. L. New approaches to bacteriotherapy: Prebiotics, probiotics of the new generation and synbiotics. *Klin. Infect. Dis.* 2015; 60(2): P. 108–121.

16. Bai K., Huang Q., He J., Zhang L., Wang T. Supplemental effects of the probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on the growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*. 2017; 96 (1): 74–82.

17. Roselli M., Pieper R., Rogel-Gaillard C., Vries H., Bailey M., Smidt H., Lauridsen C. Immunomodulating effects of probiotics for microbiota modulation, gut health and disease resistance in pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2017; 233: 104–119.

18. Strekalovskikh A.V., Belousov A.I. Scientific rationale for the use of probiotics and metabiotics for the prevention of gastrointestinal diseases. *Youth and science*. 2018; 3: 30(In Russ.).

19. Nguyen H-T, Truong D-H., Kouhonde S., Ly S., Razafindralambo H., Delvigne F. Biochemical engineering approaches for increasing viability and functionality of probiotic bacteria. *Int J Mol Sci*. 2016; 17(6):867.

20. Lin L., Zhang J. Role of intestinal microbiota and metabolites on gut homeostasis and human diseases *BMC Immunol* 2017; 18(2): 2-25

21. Kondrakhina I.P., Arkhipova A.V., Levchenko V.I., Talangov G.A., Novikov V.E. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics - reference book M. "Koloss". 2004.520s. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Popov Viktor Sergeevich, Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Veterinary Medicine and Biotechnology of the Federal Agricultural Kursk Research Center
ORCID: 0000-0003-3404-1591

Svazlyan Gayane Agasovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Veterinary Medicine and Biotechnology of the Federal Agricultural Kursk Research Center
ORCID: 0000-0001-9119-1217

Naumov Nikolai Mihailovich, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Veterinary Medicine and Biotechnology of the Federal Agricultural Kursk Research Center
ORCID: 0000-0002-2149-4711

НОВОСТИ ИЗ ЦНСХБ

Обзор подготовлен С.А. Тимофеевской

Технология содержания пчелиных семей в климатических условиях Удмуртской Республики : монография / С.Л. Воробьева, А.И. Любимов, Л.М. Колбина, С.И. Коконов; под научной редакцией С.Л. Воробьевой. — Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. — 260 с. Шифр ЦНСХБ 22-1422.

Монография посвящена разработке адаптивной технологии производства продукции пчеловодства с применением органических элементов технологии содержания пчелиных семей в условиях Республики Удмуртия. Приведены обзор литературных данных и результаты собственных исследований о современном состоянии пчеловодства в Удмуртии. Проанализировано влияние метеорологических условий на продуктивность пчелиных семей. Определена кормовая база и ее медовый потенциал. Проведен анализ породной принадлежности пчел. Изучено влияние возраста пчелиной матки и силы пчелиной семьи на продуктивность и жизненный цикл пчелиных семей. Проведен сравнительный анализ эффективности различных технологий размножения пчел, изучены хозяйственно-полезные показатели пчелиных семей при различных технологиях содержания в зимний период с использованием цеолита в качестве влагопоглотителя для улучшения микроклимата и снижения гибели пчел. Подробно исследованы различные заболевания пчелиных семей, причины их возникновения и необходимые лечебно-профилактические мероприятия. Разработано лекарственное средство на основе настоя чеснока в сочетании с йодом для профилактики аскарофероза. Изучено влияние природного антиоксиданта дигидрокверцетина в составе подкормки на хозяйственно-полезные и биологические характеристики пчел. Определена экономическая эффективность проведенных исследований. Сформулированы предложения производству. Книга содержит 70 иллюстраций, 87 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 563 источников. Предназначена для научных работников, аспирантов, пчеловодов, зооветеринарных специалистов, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Черноградская Н.М. Эффективность применения сунтарского цеолита в птицеводстве Якутии : монография / Н.М. Черноградская, М.Ф. Григорьев, А.И. Григорьева. — Уфа: Аэтерна, 2021. — 94 с. Шифр ЦНСХБ 22-1673.

В монографии излагаются результаты исследований по возможности использования цеолитовых кормовых добавок в рационах сельскохозяйственной птицы. Представлены литературные данные об особенностях питания, пищеварения и обмена веществ у птиц, использовании сапропелей, цеолитов и бентонитов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Кратко описаны природно-климатические условия Якутии. Приведены результаты собственных исследований по использованию цеолита Хонгурского месторождения Сунтарского района Якутии (хонгурин) в кормлении молодняка гусей и кур-несушек кросса Родо-

нит-2. Изучено влияние хонгурина на динамику живой массы, переваримость и усвоение питательных веществ у гусей. Проанализированы гематологические и биохимические показатели крови гусей в возрасте 9 недель, проведены гистологические исследования внутренних органов (желудок, поджелудочная железа, печень, селезенка, сердце, легкие). В опытах по кормлению кур-несушек изучено влияние хонгурина на морфологические и биохимические параметры крови, яйценоскость, среднюю массу яйца, количество нестандартных яиц. Рассчитана экономическая эффективность использования кормовых добавок цеолита в рационах кур-несушек и гусей, даны рекомендации производству. Книга содержит 8 приложений, 6 иллюстраций, 14 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 207 источников. Предназначена для работников НИИ, аспирантов, руководителей и специалистов птицеводческих хозяйств, преподавателей и студентов аграрных вузов.

Черноградская Н.М. Минерально-сорбционные добавки в рационах свиней, повышающие эффективность производства свинины в условиях Якутии : монография / Н.М. Черноградская, М.Ф. Григорьев, А.И. Григорьева. — Уфа: Аэтерна, 2021. — 104 с. Шифр ЦНСХБ 22-1679.

В монографии изложены результаты исследований по изучению влияния местных нетрадиционных кормовых добавок на продуктивность и физиологические показатели свиней в условиях Якутии. Кратко описаны основы полноценного питания сельскохозяйственных животных и использование нетрадиционных кормовых добавок в животноводстве. Приведены особенности природно-климатических условий Якутии и основные показатели животноводства. Исследовали возможность использования местных минеральных добавок (цеолита Хонгурского месторождения и кемпендзайской соли) в рационах молодняка свиней и холостых свиноматок крупной белой породы. Изучено влияние добавок на переваримость и баланс питательных веществ (азот, кальций, фосфор) у свиней. Приведена питательная ценность среднесуточного рациона молодняка свиней и холостых свиноматок. Изучены морфологические и биохимические показатели крови, динамика среднесуточного прироста и живой массы у откормочного молодняка свиней и холостых свиноматок. Проанализированы убойные и мясо-сальные качества молодняка свиней. Рассчитана экономическая эффективность использования местных минеральных кормовых добавок в рационах свиноматок и откормочных подсвинков. Даны рекомендации производству по использованию хонгурина и кемпендзайской соли в рационах свиней. Книга содержит 15 приложений, 16 таблиц и список отечественной и иностранной литературы из 289 использованных источников. Предназначена для работников НИИ, специалистов животноводческих хозяйств, преподавателей и студентов аграрных вузов.