

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

6
2022



Свиноводство

Проблемы и перспективы
развития в новых
экономических условиях

14

Семеноводство

Россия полностью
обеспечена
растениеводческой
продукцией

16

Кормление с/х животных

Использование комплексной
пробиотической добавки
в кормлении индейки

52

БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

- ▶ ГРАНДИОЗНЫЙ ПОКАЗ
СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ
- ▶ ЦЕЛЕВЫЕ КОНТАКТЫ
И КОНТРАКТЫ
- ▶ ОБОРУДОВАНИЕ
И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ▶ МНОГОЧИСЛЕННЫЕ СЕМИНАРЫ
И КОНФЕРЕНЦИИ
- ▶ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ
МОДЕЛИ ТЕХНИКИ
- ▶ ТЕСТ- ДРАЙВЫ
СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ



РЕКЛАМА

4-7 ОКТЯБРЯ 2022

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

МОСКВА, РОССИЯ

WWW.AGROSALON.RU



**БЕСПЛАТНЫЙ
БИЛЕТ**
НА ВЫСТАВКУ
AGROSALON

С данным билетом Вы можете посетить выставку АГРОСАЛОН с 4 по 7 октября 2022 года. Для прохода на выставку предъявите билет на стойке on-line регистрации. Действителен для бесплатного посещения выставки.

КормВет **экспо 2022**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА КОРМОВ, КОРМОВЫХ ДОБАВОК,
ВЕТЕРИНАРИИ И ОБОРУДОВАНИЯ**

25 - 27 октября

г. Москва, МВЦ Крокус ЭКСПО, павильон 2



Уважаемые коллеги!

Приглашаем вас на выставку «КормВет», которая создана специально для профессионалов в области животноводства и птицеводства.

Ведущие производители и поставщики ветеринарных препаратов и инструментария, кормов и кормовых добавок, промышленного и лабораторного оборудования представят у нас свою продукцию и инновационные решения в условиях современных реалий.

Уверены, что наша выставка придаст новый импульс развитию вашего бизнеса!

Директор выставки «КормВет»
Соколова Татьяна Геннадиевна



ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ



КОРМА



КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ



ОБОРУДОВАНИЕ



feedvet-expo.ru



ПРОВОДИТСЯ ПОД ПАТРОНАТОМ НАЦИОНАЛЬНОГО КОРМОВОГО СОЮЗА

Организатор выставки
ООО "ДЕКАРТС СИСТЕМ"
119049, г. Москва,
Ленинский проспект, 2/2А, офис 326

Тел.: +7 (499) 236-72-20
Тел.: +7 (499) 236-72-50
Тел.: 8-800-100-72-50
E-mail: info@feedvet-expo.ru

6 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 360, номер 6, 2022
Volume 360, number 6, 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-р

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

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

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

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

Юридический адрес: 107053, РФ, г. Москва, Садовая-Спасская, д. 20
Почтовый адрес: 109147, РФ, г. Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 7
Телефон редакции: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1453)
E-mail: agrovetpress@inbox.ru
Сайты: www.vetpress.ru
<https://agrarnayanauka.ru>
Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

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

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

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.
Подписано в печать 20.07.2022

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.

6 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 360, номер 6, 2022
Volume 360, number 6, 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 20/07/2022

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 Yaoundé I, Yaoundé, 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

Масложировая отрасль ЕАЭС: ключевые задачи, проблемы и перспективы развития	10
Реализованные ГК ВИК решения в области биобезопасности предприятий приняты на государственном уровне.....	11
Практические шаги по развитию племенного животноводства в Евразийском экономическом союзе	12
Отечественное свиноводство: актуальные проблемы и перспективы развития в новых экономических условиях	14
В России упрощается процедура приобретения фермерскими хозяйствами земель сельхозназначения	15
На 2022 год Россия полностью обеспечена основными видами растениеводческой продукции	16
Сотрудничество селекционной науки с семеноводческими предприятиями – залог появления на рынке новых отечественных сортов	17
Обзор российского рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных.....	18

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Новгородова И.П. Перспективы применения современных методов окрашивания ядрышкообразующих областей клеток для диагностики заболеваний у животных ...	20
Ляшук Ю.О., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных инфекций и инвазий в Рязанской области	27
Савинов В.А., Овчинников Р.С., Лаишевцев А.И., Гулюкин А.М., Капустин А.В. Сравнение основных методов клинической и лабораторной диагностики дерматофитозов.....	33
Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Рожьсодержащие комбикорма в рационе бычков на дорастивании	37
Шейда Е.В., Мирошников С.А., Дусаев Г.К., Рязанов В.А., Гречкина В.В. Изменение параметров рубцового содержимого <i>in vitro</i> при использовании лузги подсолнечника и цинка в ультрадисперсной форме	43
Кван О.В., Сизова Е.А., Вершинина И.А., Камирова А.М. Изучение влияния ультрадисперсных частиц меди и железа на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров, находящихся на полусинтетической диете	48
Аракчеева Е.Н., Забашта Н.Н., Марченко А.Ю., Лисовицкая Е.П., Быченко Н.В., Москаленко Е.А. Использование комплексной пробиотической добавки в кормлении индейки	52
Алиева В.Р. Морфометрическая оценка трутней селекционно-племенной группы Кабахтапинской популяции серой горной кавказской породы (<i>Apis mellifera caucasica</i> Gorb.)	58

АГРОНОМИЯ

Кузыченко Ю.А., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н. Модернизация технологии Strip-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Предкавказья	62
Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д., Рахимова О.В., Кириченко А.А. Влияние сроков посева на формирование урожая семян сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны	66
Лукьянов В.А., Прущик И.А. Влияние агротехнологий и способов основной обработки на агрофизические свойства чернозёма типичного в Центрально-Черноземном регионе России	70
Чернова В.Л., Скрипка О.В., Подгорный С.В., Самофалов А.П., Громова С.Н. Сравнительная оценка урожайности, массы 1000 и натурной массы зерна сортов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности	76
Берзегова А.А., Сапиев Ю.А. Результаты изучения коллекционных образцов фасоли обыкновенной (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа	80
Моляко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Урожайность и выход стандартной фракции мини-клубней картофеля при внесении хелатных удобрений на питательном грунте Агробалт Н под тоннельными укрытиями	86
Чебокаев Е.Я., Муртаев В.Н., Чебокаев С.Е. Эколого-энергетическая оценка технологии обработки каштановых почв залежи в Средней Сибири	92
Шахмизов Р.А., Казиев М.-РА. Хозяйственно-биохимическая оценка интродуцированных сортов яблони в предгорной провинции Дагестана	95
Селиверстова Е.Н., Щегринцев Н.В. Перспективное гибридное поколение хризантемы мелкоцветковой Ставропольского ботанического сада	100

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Казаков Ю.Ф., Медведев В.И., Павлов В.С., Пыркин А.В. Пути снижения детерминизма скоростей в почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатах.....	104
Кений Н.В., Нестеренко А.А., Лысенко Ю.А., Ребезов М.Б. Апробация разработанной стартовой культуры на основе <i>Lactobacillus salivarius</i> и <i>Lactobacillus curvatus</i> для сырокопченых колбас из мяса птицы	112

CONTENTS

NEWS

8

INDUSTRY NEWS

The EAEU fats and oils industry: key tasks, problems and growth	10
The VIC Group solutions in the field of the enterprises biosafety are adopted at the state level	11
Practical steps of the livestock breeding development in the Eurasian Economic Union	12
Russian pig breeding: current problems and development prospects in the new economic conditions	14
The procedure for acquiring agricultural land by farms is simplified in Russia	15
For 2022, Russian Federation is fully provided with the main types of crop production	16
Cooperation of breeding science with seed enterprises is the key to the emergence of new domestic varieties on the market	17
Overview of the Russian market of veterinary vaccines for food-producing animals	18

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Novgorodova I.P. Prospects for the use of modern methods of staining nucleolar organizers regions of cells for the diagnosis of diseases in animals	20
Lyashchuk Yu.O., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panforyov N.S. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-related infections and invasions in the Ryazan region	27
Savinov V.A., Ovchinnikov R.S., Laishchev A.I., Gulyukin A.M., Kapustin A.V. Comparison of the main methods of clinical and laboratory diagnostics of dermatophytosis	33
Mikhaylova L.R., Lavrentiev A. Yu., Sherne V.S. Rye containing compound feeds in the diet of bulls on rearing	37
Sheida E.V., Miroshnikov S.A., Duskaev G.K., Ryazanov V.A., Grechikina V.V. Changes in the parameters of ruminal digesta <i>in vitro</i> when using sunflower husk and zinc in ultrafine form	43
Kvan O.V., Sizova E.A., Vershinina I.A., Kamirova A.M. Study of the effect of ultrafine particles of copper and iron on mineral metabolism in the body of broiler chickens on a semi-synthetic diet	48
Arakcheeva E.N., Zabashta N.N., Marchenko A.Yu., Lisovitskaya E.P., Bychenko N.V., Moskalenko E.A. Use of a complex probiotic supplement in turkey feeding	52
Aliyeva V.R. Morphometric evaluation of the male bee of the selection and breeding group of the Kabakhtapa population of the Gray Mountain Caucasian breed (<i>Apis mellifera caucasica</i> Gorb.)	58

AGRONOMY

Kuzychenko Yu.A., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N. Modernization of strip-till technology in the cultivation of corn for grains in Ciscaucasia	62
Khrumov V.K., Sikharulidze T.D., Rakhimova O.V., Kirichenko A.A. The influence of sowing dates on the formation of the soybean seed yield in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone	66
Lukyanov V.A., Prusich I.A. The influence of agrotechnologies and methods of basic tillage on the agrophysical properties of typical chernozem in the Central Chernozem region	70
Chernova V.L., Skripka O.V., Podgorny S.V., Samofalov A.P., Gromova S.N. Comparative estimation of productivity, 1000-kernel weight and grain nature weight of the winter common wheat varieties according to the parameters of ecological adaptability and stability	76
Berezgova A.A., Sapiev Y.A. Results of the study of collection specimens of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) in the foothill zone of the Northwestern Caucasus	80
Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P. The output and yield of the standart fraction of potato mini-tubers at the introduction of chelated fertilizers on the nutrient soil Agrobalt N under the tunnel cover	86
Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N., Chebochakov S.E. Ecological and energy assessment of the technology of processing chestnut soils of fallow lands in Central Siberia	92
Shakhmirzoev R.Ab., Kaziev M.-R.Ab. Economic and biochemical assessment of introduced varieties of apple trees in the foothill province of Dagestan	95
Seliverstova E.N., Shchegrinets N.V. Perspective hybrid generation of chrysanthemum of the Stavropol Botanical Garden	100

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Kazakov Yu.F., Medvedev V.I., Pavlov V.S., Pyrkina A.V. Ways to reduce the determinism of speeds in tillage machine-tractor units	104
Kenyaz N.V., Nesterenko A.A., Lysenko Yu.A., Rebezov M.B. Approbation of the developed starter culture based on <i>Lactobacillus salivarius</i> and <i>Lactobacillus curvatus</i> for raw smoked poultry sausages	112

В НГСХА ОТКРЫТ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ПЧЕЛОВОДСТВА

На территории учхоза Новинки, принадлежащего Нижегородской ГСХА, открыт Учебный центр пчеловодства (в составе кафедры «Физиология, биохимия животных и акушерство» ветеринарного факультета). Врио ректора НГСХА Н.Ю. Бармин и проректор по научной и инновационной работе О.А. Бассонов установили в один из ульев символическую первую вошину для развития пчелиных семей и увеличения объема гнезд.

«У Центра пчеловодства при НГСХА благородная миссия – популяризация пчеловодства как отрасли сельского хозяйства и пчеловодного образования в Нижегородском регионе», – отметил Н.Ю. Бармин.

Для нормальной жизнедеятельности пчел агрономы сельхозакадемии заложили на поле учхоза 2 га фацелии, признанной эффективным медоносным растением.

Как сообщила пресс-служба вуза, новый центр станет опытной площадкой для студентов-зоотехников академии, в учебный план которых включена дисциплина «Пчеловодство». В перспективе тут будут проходить занятия будущих агрономов и ветеринаров, изучающих болезни пчел, и студентов других факультетов НГСХА. В частности, студенты факультета перерабатывающих технологий вуза будут изучать здесь процессы переработки продуктов пчеловодства, а студенты факультета лесного хозяйства – исследовать пчеловодство как фактор прижизненного использования леса.

В МИНСЕЛЬХОЗЕ РАЗРАБОТАНЫ НОВЫЕ ВЕТПРАВИЛА ПО АРТРИТУ-ЭНЦЕФАЛИТУ КОЗ

В Министерстве сельского хозяйства РФ подготовлены новые ветеринарные правила по артриту-энцефалиту коз (АЭК). Проект ведомственного приказа, который содержит новые ветправила, размещен на портале regulation.gov.ru. Планируется, что документ вступит в действие с 1 сентября 2022 года.

Новые ветправила содержат меры по проведению профилактических, диагностических, ограничительных и прочих мероприятий, установления и отмены карантина и других ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов АЭК. Данное заболевание характеризуется развитием демиелинизирующего энцефалита, прогрессирующего артрита и интерстициальной пневмонии. Болезнь широко поражает козлят в возрасте 1–5 мес. и проявляется атаксией, гиперстезией, лихорадкой, прогрессирующими парезами конечностей, перерастающими в паралич. АЭК передается с молоком не только козлятам, но и ягнятам. Течение болезни – несколько недель, исход – летальный.

Исследования по определению антител к возбудителю артрит-энцефалита овец проводит Лаборатория по диагностике АЧС (африканской чумы свиней) и других особо опасных заболеваний животных ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора».

(Источник: служба по связям с общественностью ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора»).

В РОССИИ С НАЧАЛА ИЮЛЯ УПРОЩАЕТСЯ ПРОЦЕДУРА ГОСРЕГИСТРАЦИИ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ЖИВОТНЫХ И ВЕТПРЕПАРАТОВ

В РФ с 01.07.2022 упрощается процедура государственной регистрации кормовых добавок для животных, что позволит снизить административную нагрузку на производителей этой продукции, быстрее выводить ее на рынок, а также не допускать сбоев в работе важной для продовольственной безопасности отрасли животноводства. Согласно постановлению, подписанному премьер-министром России М.В. Мишустиним, упрощение процедуры госрегистрации предполагает сокращение срока ее проведения с 45 до 35 рабочих дней. Вводится уведомительный порядок при внесении изменений в уже зарегистрированную продукцию, связанных с заменой вспомогательных веществ и материалов упаковки. Такой режим будет действовать до 01.03.2023.

Этим постановлением расширяется список лекарственных препаратов для ветеринарного применения, которые можно регистрировать в ускоренном порядке – за 60 рабочих дней. Теперь в него также будут входить оригинальные лекарственные средства отечественного производства, которые заменят импортные аналоги. Кроме того, сокращается перечень документов, необходимых для регистрации ветпрепаратов. Ранее Правительством России были приняты меры для поддержания устойчивости рынка лекарственных препаратов для ветеринарного применения. Так, в начале марта этого года был сокращен срок проведения госрегистрации таких препаратов с 160 до 60 рабочих дней. Этим же постановлением до 01.09.2023 установлен ускоренный порядок прохождения процедуры, необходимой для расширения области аккредитации испытательных лабораторий (данная процедура будет занимать не более 30 рабочих дней, а не 61 рабочий день, как это было ранее). Решение снизит административную нагрузку на лаборатории и позволит им быстрее приступить к исследованиям новой продукции.

(Источник: официальный сайт Правительства РФ)



ИЗВЕСТНЫЙ КАЗАХСТАНСКИЙ БИОТЕХНОЛОГ ПРОВЕЛА МАСТЕР-КЛАСС ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ АЛТАЯ

В АГАУ состоялся мастер-класс по совершенствованию технологии микроклонального размножения растений. Мероприятие провела и.о. заведующей лабораторией биологии и биотехнологии растений ВКУ им. С. Аманжолова (г. Усть-Каменогорск) В.Н. Николаева – автор нескольких сортов картофеля.

В ходе мастер-класса молодые ученые вуза освоили, в частности, навыки по подготовке рабочего места, правила работы в ламинар-боксе, познакомились с аспектами работы с разными питательными средами при выращивании растений in vitro, приемами адаптации выращенных растений после пробирки в открытом грунте.

Для пополнения коллекции университета казахстанский биотехнолог привезла в подарок АГАУ 14 образцов разных сортов культуры картофеля селекции ВКУ им. С. Аманжолова.

(Источник: официальный сайт АГАУ)



Подпишитесь
на наш Telegram канал!



КОМПАНЬОН

ONLINE

ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦИЯ

22-24 НОЯБРЯ 2022

Вне границ
и расстояний

+7(495) 989 44 60
info@companion.moscow
www.companion.moscow



МАСЛОЖИРОВАЯ ОТРАСЛЬ ЕАЭС: КЛЮЧЕВЫЕ ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В рамках II Глобального продовольственного форума – 2022 на тему «Функционирование продовольственных систем в условиях международной нестабильности» состоялось обсуждение актуальных вопросов укрепления и развития межгосударственных связей для построения и совершенствования продовольственных систем в новых экономических реалиях. Мероприятие прошло 21–22.06.2022 в гибридном формате на площадке РЭУ им. Г.В. Плеханова. Одним из ключевых выступлений форума стал доклад к.э.н. Романа Ромашкина – заместителя исполнительного директора Масложировой ассоциации Евразийского экономического союза (АПМП ЕАЭС), замдиректора Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ им. М.В. Ломоносова (ЕЦПБ МГУ).

Масложирова отрасль ЕАЭС обладает значительным мультипликативным эффектом для развития смежных производств пищевой промышленности, отметил Роман Ромашкин в ходе своего выступления на форуме. Спикер добавил, что помимо обеспечения пищевых производств высококачественными ингредиентами, отрасль также является основой для создания высокобелковых кормов. Он пояснил, что технология извлечения растительных масел из масличных семян сопряжена с образованием значительных количеств побочных или сопутствующих продуктов производства с высокой кормовой ценностью — жмыхов и шротов, необходимых для создания конкурентоспособной животноводческой продукции.

Роман Ромашкин заострил внимание на динамике производства семян масличных культур в странах-членах Евразийского экономического союза. Он отметил, что в течение 2012–2021 годов произошел существенный рост — объем сбора масличных вырос с 13 млн т до 28 млн т, увеличившись более чем вдвое. При этом отрасль продолжает функционировать в условиях дефицита сырья, так как существующие мощности рассчитаны на переработку 34 млн т масличных семян.

Спикер сообщил, что в целом масложирова отрасль развивается высокими темпами, — в настоящее время активно наращивается ее производственный и экспортный потенциал, расширяются мощности для выпуска инновационной, наукоемкой, конкурентоспособной продукции.

На текущий момент обеспеченность растительными маслами по ЕАЭС близка к 200%. При этом доля Российской Федерации в производстве масличных и подсолнечного масла в Союзе составляет 89%, Республики Беларусь — 2,5% масличных и 5% масел. Тогда как на долю Республики Казахстан приходится 8% масличных и 6% производства масел. По мнению спикера, такой дисбаланс во многом обусловлен отсутствием переработки семян льна в Казахстане, производство которых на текущий момент превышает 1 млн т. В этой связи для республики создание соответствующих перерабатывающих мощностей является первоочередной задачей для наращивания объемов производства растительных масел и экспорта переработанной продукции, пояснил эксперт.

Объемы взаимной торговли масложировой продукцией стран ЕАЭС, по сравнению с 2012 годом, увеличились втрое, превысив в 2021 году 1 млрд долл., сообщил Роман Ромашкин. Основная часть взаимных поставок приходится на продукцию из России — 58% и Беларуси — 39%. По объемам экспорта в третьи страны отрасль занимает 2 место (6,3 млрд долл.) в структуре агропродовольственных поставок стран-членов ЕАЭС. При этом более 2 млрд долл. составляет нереализован-

ный экспортный потенциал по масложировой продукции, уточнил спикер.

Значительные доли в мировом экспорте составляют поставляемые из ЕАЭС подсолнечное и рапсовое масло, подсолнечный шрот, отметил эксперт. Современные вызовы, добавил он, значительно ограничивают физическую и экономическую доступность растительного масла как социально значимого товара, прежде всего, для бедных слоев населения, что существенно ухудшает ситуацию с продовольственной безопасностью в мире в целом. А в рамках ЕАЭС от российских поставок подсолнечного масла в высокой степени зависят Армения и Кыргызстан, имеющие низкие показатели самообеспеченности растительными маслами.

Докладчик отметил, что для обеспечения устойчивого функционирования масложировой отрасли ЕАЭС необходимо:

- увеличение объемов производства масличного сырья;
- развитие собственной селекционно-генетической программы в части семян масличных; — реализация мер, обеспечивающих внутреннюю переработку масличных;
- стимулирование ввоза масложирowego сырья из масличных культур, не произрастающих на территории ЕАЭС;
- развитие технологий глубокой переработки
 - масличных культур (соевого белка и других продуктов),
 - растительных масел (создание инновационных жировых продуктов с заданными технологическими и функциональными свойствами, отвечающих современным требованиям в области здорового питания);
- расширение ассортимента масложировой продукции за счет комплексной переработки всех видов растительных масел и животных жиров.

В настоящее время все государства-участники ЕАЭС применяют на временной основе ряд защитных мер на рынках семян масличных и подсолнечного масла. Главным образом, это нетарифные меры (на временной основе), сообщил спикер. Наиболее сложные механизмы регулирования экспорта в России, где одновременно используются и квоты, и пошлины на экспорт подсолнечного масла и шрота, отметил эксперт. Защитные меры оказывают позитивное влияние на укрепление отраслевого потенциала, однако требуют взвешенного подхода и постоянной корректировки для сохранения рентабельности и инвестиционной привлекательности производства масличных и масложировой продукции и недопущения дисбалансов на рынке, заключил Роман Ромашкин.

Ю.Г. Седова

РЕАЛИЗОВАННЫЕ ГК ВИК РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИНЯТЫ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ УРОВНЕ

В рамках XXVII Международной специализированной торгово-промышленной выставки «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2022» состоялась конференция «Новые вызовы и практические решения в сфере импортозамещения продукции для производителей животного белка». Организаторами конференции, прошедшей 23.06.2022 на открытой площадке ВДНХ, выступили ГК ВИК и ГК «МЕГАМИКС».

В ходе мероприятия спикерами ГК ВИК было отмечено, что актуальной сегодня темой импортозамещения Группа компаний начала заниматься задолго до того, как данная тема стала мейнстримом для большинства российских организаций и предприятий. ГК ВИК уже длительное время поддерживает тренд на импортозамещение, развивая собственные заводы и осуществляя локализацию производства продуктов зарубежных партнеров в РФ.

Представители ГК ВИК заострили внимание на таких важных темах для производителей животного белка как снижение себестоимости продукции, рациональное потребление антибиотиков и биобезопасность, отметив, что для решения этих задач Группой компаний разработаны соответствующие комплексные программы для предприятий птицеводства, свиноводства и животноводства.

Так, при реализации партнерских программ специалистами ГК ВИК возврат инвестиций для птицеводческих предприятий может составить от 4–5 руб. к 1 вложенному рублю, снижение стоимости рецептур на 250–300 руб., снижение конверсии — от двух пунктов, увеличение живой массы — от 100 г, повышение сохранности поголовья — от 2% и более, на поголовье 1 млн голов бройлеров снижение стоимости кормовой программы от 1 млн рублей. Комплекс реализуемых мероприятий гарантирует улучшение качества тушки в категорийности на 33,5%, выход ног цыплят-бройлеров — на 29% и увеличение выхода мяса с квадратного метра (+3,45 кг). Для снижения себестоимости яйца реализуются качественные решения в отношении его загрязненности, — в результате можно вернуть вложенные инвестиции «2:1» и получить высококачественную продукцию. Существуют инновационные разработки, помогающие увеличить выход инкубационного яйца с целью снижения его себестоимости. В частности, благодаря улучшению здоровья кишечника птицы, птицеводческие предприятия получают более качественное потомство, при этом возврат инвестиции будет от «6:1».

В вопросах снижения себестоимости продукции в свиноводстве с целью повышения рентабельности предприятия, получения высококачественной продукции специалистами ГК ВИК получены следующие результаты:

- снижение себестоимости рационов на 2–4,5% (годовая прибыль на свиноматке в 5 тыс. свиноматок может составить 1,5–3 млн руб.);
- увеличение среднесуточных привесов — 3,8–4,2%;
- сокращение сроков откорма на 1–3 дня;
- снижение конверсии на 2,8–3,2%;
- увеличение сохранности на 0,7–2,5%.

Снижение себестоимости для молочного животноводства крайне актуально, так как более 60% затрат уходит на кормление животных. Для этого направления в ГК ВИК разработана программа, позволяющая сократить себестоимость кормов и повысить продуктивность стада. При ее реализации предприятие может получать дополнительно более 0,5 млн руб. в месяц (> 5–6 млн руб. в год) — только при работе с рационами.

Участники акцентировали внимание на разумном потреблении антибиотиков в сельском хозяйстве. Было отмечено, что международный тренд по получению готовой продукции без антибиотиков реализуется и в РФ. С 1 марта 2022 года вступил в силу (с действием до 1 марта 2028 года) Приказ № 771 Минсельхоза России, регламентирующий применение ветпрепаратов первого и второго уровня.

Специалисты ГК ВИК, основываясь на международном опыте, разработали Программу по рациональному применению антибактериальных препаратов для птицеводства, которая позволяет отказаться от антибиотиков при использовании пробиотиков, органических кислот и фитобиотиков. Среди результатов отмечено снижение выбраковки, увеличение сохранности, снижение выявления *Salmonella* spp на 50%, улучшение качества тушки, что дает возможность работы с сетями «Вкусно и точка», KFC.

В молочном животноводстве основными проблемами являются мастит (33%) и хромота (20%). Профилактика данных заболеваний обходится значительно дешевле их лечения. Противомаститная программа ГК ВИК как раз и нацелена на работу с животным до того, как оно заболело. Благодаря ее внедрению предприятие может наполовину сократить заболеваемость маститом и получить в среднем 9 тыс. руб. на голову в год. Кроме того, на 8% повышается продуктивность, улучшается качество молока, сокращается выбраковка. Работа проводится в рамках действующего ветеринарного бюджета компании с помощью ветпрепаратов собственного производства Группы компаний ВИК.

Представители ГК ВИК также рассказали о балльной системе оценки рисков в процессах биозащиты для свиноводства, разработанной специалистами Группы компаний на основе методик Управления по безопасности пищевых продуктов и потребительских товаров Нидерландов, рекомендаций Россельхознадзора и ВНИИЗЖ. Они сообщили, что данная система включает 17 оцениваемых процессов в области гигиены и санитарии и состоит из чек-листов, которые содержат более 500 вопросов. Реализованные ГК ВИК решения в области биобезопасности предприятий приняты на государственном уровне: указанные чек-листы были разосланы Россельхознадзором для применения на всех свиноводческих предприятиях, подытожили эксперты.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ШАГИ ПО РАЗВИТИЮ ПЛЕМЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ

Аверьянова Е.Г., Арнаутов О.В., Мельников А.Ф.
Департамент агропромышленной политики
Евразийской экономической комиссии

Евразийской экономической комиссией совместно с государствами-членами Евразийского экономического союза последовательно осуществляется работа по повышению эффективности племенного животноводства в государствах-членах, по созданию условий для наращивания объемов производства, взаимной торговли и экспорта конкурентоспособной продукции животноводства, снижению импортозависимости от поставок генетического материала.

По результатам анализа, проведенного Департаментом агропромышленной политики (далее — Департамент), объем импорта государствами-членами племенных ресурсов в 2017–2021 годах в стоимостном выражении составил свыше 2 млрд 735 млн долларов США, из которых 54% (1 млрд 474 млн долларов США) приходится на птицеводство (суточные птенцы, молодняк и инкубационные яйца), 35% (946 млн долларов США) — на скотоводство (крупный рогатый скот всех половозрастных групп, спермопродукция и эмбрионы). В скотоводстве основной объем импорта приходится на чистопородный племенной скот — 846 млн долларов США (347 тыс. голов).

24 марта 2022 года с участием руководителей племенных служб уполномоченных органов, научных и учебных организаций, союзов, ассоциаций, породных палат и генетических лабораторий государств-членов Союза в рамках Координационного совещания по племенному животноводству в ЕАЭС рассмотрен ряд вопросов, решение которых определяет дальнейшую работу и сотрудничество государств-членов Союза и Комиссии в племенном животноводстве на ближайшую перспективу.

В ходе Координационного совещания рассмотрен вопрос о первоочередных мерах, направленных на развитие производства племенной продукции в подотраслях животноводства, имеющих существенную зависимость от импорта племенных ресурсов, увеличение объема взаимной торговли и обеспечение международной конкурентоспособности.

По итогам обсуждения принято решение о подготовке Плана совместных мероприятий по развитию производства племенной продукции в подотраслях животноводства, имеющих существенную зависимость от импорта племенных ресурсов и обеспечение международной конкурентоспособности отрасли за счет создания необходимых пород, кроссов, линий и импортозамещающих производств, в первую очередь в птицеводстве, доля которого составляет 54% в общем объеме импорта племенной продукции.

В настоящее время проект Плана формируется Комиссией с учетом предложений уполномоченных органов государств-членов, отраслевых союзов и ассоциаций в сфере птицеводства.

Оценку эффективности мер по итогам их реализации Комиссия будет осуществлять на регулярной основе в рамках мониторинга состояния импортозависимости подотраслей животноводства от поставок племенной про-



дукции, анализа динамики ее производства, потребления и взаимной торговли между государствами-членами.

В рамках Координационного совещания также рассмотрены основные направления деятельности в племенном животноводстве ЕАЭС, в которых целесообразно внедрение общепризнанных рекомендаций и методик Международного комитета по учету животных (ICAR).

ICAR — международная неправительственная организация, которая предоставляет открытую сеть для обмена информацией, обучения и взаимодействия заинтересованных сторон в мировом животноводстве.

Цели ICAR заключаются в содействии развитию и совершенствованию методов идентификации, учета продуктивности и оценки животных путем разработки правил и стандартов для идентификации, регистрации происхождения, записи производительности животных, оценки их генетики и публикации таких материалов, а также для определения характеристик производственных систем и их влияния на здоровье животных, уход, продуктивность, безопасность пищевых продуктов и окружающую среду.

Частично рекомендации ICAR уже реализованы в 2020 году в нормативно-правовых актах ЕАЭС и национальном законодательстве государств-членов в сфере племенного животноводства. Актами Комиссии утверждены Положение о проведении молекулярной генетической экспертизы племенной продукции государств-членов ЕАЭС, Порядок определения породы (породности) племенных животных, Методики оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных в государствах-членах ЕАЭС.

Вместе с тем остается ряд направлений деятельности в племенном животноводстве, связанных с учетом и контролем продуктивности, оценкой экстерьера, идентификацией племенных животных, в которых целесообразно внедрение рекомендаций и методик ICAR.



В этой связи достигнута договоренность о подготовке соответствующего Плана мероприятий и проектов документов, необходимых для внедрения рекомендаций и методик ICAR, с широким привлечением к этой работе ассоциаций, палат по породам животных государств-членов ЕАЭС, Белорусского государственного объединения по племенному животноводству «Белплемяживобъединение».

В 2022 году Комиссия выступила заказчиком на выполнение научно-исследовательской работы по теме «Разработка методики оценки апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных на отличимость, однородность, стабильность и устойчивость к заболеваниям».

Работа выполняется Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» во взаимодействии с научными центрами государств-членов, в том числе «Научным центром оценки и анализа рисков безопасности пищевых продуктов» и Национальным аграрным университетом Республики Армения, Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по животноводству, ТОО КазНИИ животноводства и кормопроизводства Республики Казахстан, Кыргызским Национальным аграрным университетом им. К.И. Скрябина.

Результатом научной работы станет разработанная с учетом опыта государств-членов Союза, международных стандартов и передовых мировых практик в указанной сфере «Методика оценки апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных на отличимость, однородность, стабильность и устойчивость к заболеваниям для следующих видов сельскохозяйственных животных и пушных зверей:

- крупный рогатый скот (молочного, комбинированного, мясного направления продуктивности);
- свиньи;
- овцы (тонкорунного, полутонкорунного, грубошерстного, полугрубошерстного, смушкового, каракульского, мясного короткошерстного (безрунного), мясо-сального направления продуктивности);
- козы (молочного, мясного, шерстного, пухового, комбинированного направления продуктивности);
- лошади (верхового, упряжного, продуктивного направления использования, пони);
- верблюды;
- олени (маралы, северные);
- птица (куры (мясного и яичного направления продуктивности), гуси, утки, индейки, цесарки, перепела (мясного и яичного направления продуктивности));
- кролики;

- пушные звери (норки, лисицы, песцы, шиншиллы, хори (фретки), еноты, нутрии и другие);
- рыба (карпы, осетры, сомы, стерлядь, форель и другие);
- пчелы.

Методика после утверждения Коллегией Комиссии будет использоваться уполномоченными органами государств-членов ЕАЭС при проведении апробации создаваемых селекционных достижений в животноводстве, что позволит унифицировать работу в данной сфере и обеспечит взаимопризнание ее результатов в рамках ЕАЭС.

Использование государствами-членами ЕАЭС наилучших международных практик в сфере племенного животноводства не только позволит повысить уровень организации и ведения племенного дела, но и обеспечит возможность включения племенных животных государств-членов ЕАЭС в систему международной оценки.

Участниками совещания обсуждены механизмы синхронизации процессов внедрения оценки племенной ценности сельскохозяйственных животных на основе геномной технологии в масштабах ЕАЭС в комплексе с вопросами сбора, контроля, передачи, обработки данных о племенных животных, унификации подходов по формированию референтных популяций.

Эксперты пришли к единому мнению, что задействовать значительные научные и материальные ресурсы в отдельно взятой стране будет достаточно сложно и экономически нецелесообразно, тем более что точность и эффект от внедрения данной технологии напрямую зависит от степени ее распространения.

С учетом обсуждения поддержано предложение Комиссии о подготовке Межгосударственной программы «Интегрированная система геномной селекции сельскохозяйственных животных государств — членов Евразийского экономического союза», предусматривающей разработку единой для стран ЕАЭС технологии прогноза племенной ценности сельскохозяйственных животных на основе геномного анализа, создание референтных популяций племенных сельскохозяйственных животных, а также формирование инфраструктуры для внедрения данной технологии и повышение достоверности учета продуктивности сельскохозяйственных животных в соответствии с международными требованиями.

Одновременно в целях унификации информации и автоматизированного обмена сведениями о племенных животных, перемещаемых между государствами-членами, актуализации данных о разводимых на территории ЕАЭС породах, типах, линиях и кроссах сельскохозяйственных животных, их характеристиках и местах разведения Комиссией продолжается разработка общего процесса информационно-системного Союза «Формирование, ведение и использование базы данных о племенных животных и селекционных достижениях в области племенного животноводства». Утверждены Правила реализации общего процесса. В текущем году будут подготовлены технологические документы, необходимые для его реализации.

Работа по созданию условий для повышения эффективности племенного животноводства в ЕАЭС в целях снижения импортозависимости от поставок генетического материала наращивания производства, взаимной торговли и экспорта конкурентоспособной продукции животноводства продолжается Комиссией в тесном взаимодействии с правительствами, научными центрами, ассоциациями, палатами по породам животных и представителями бизнеса государств-членов в рамках интеграционной повестки Союза.

О ее результатах будем вас информировать.

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ СВИНОВОДСТВО: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ведущие отраслевые эксперты, представители научного и бизнес-сообщества приняли участие в Международном ветеринарном форуме по свиноводству, прошедшем в Москве на площадке Международной промышленной академии 28–29.06.2022 и приуроченном к Годовому общему собранию Национального Союза свиноводов (НСС). Организаторами мероприятия выступили Международная промышленная академия и Национальный Союз свиноводов.

Ситуация в отечественном свиноводстве в течение последних двадцати лет кардинально изменилась, отметил в ходе своего выступления на форуме профессор В.А. Бутковский — президент Международной промышленной академии. Он напомнил, что не так давно РФ была одним из крупнейших импортеров свинины, — из 3 млн т всех видов мяса свинина составляла 2 млн т. «А сейчас мы уверенно констатируем, что наша страна полностью самообеспечена по этому виду мяса. Свиноводство стало высокоразвитой отраслью, что позволило российским свиноводческим компаниям развивать экспортный потенциал и занять лидирующие позиции на мировом рынке», — резюмировал президент МПА.

Россия достигла продовольственной независимости по мясу за счет развития свиноводства и птицеводства, подчеркнул профессор. «Высокая интенсификация производства требует соответствующего ветеринарного обеспечения, в первую очередь, в области обеспечения биологической безопасности и контроля возникновения инфекционных заболеваний», — сказал Вячеслав Аронович. — Благодаря ежедневному кропотливому труду ветеринарных врачей, специалистов компаний-производителей и поставщиков ветеринарных препаратов мы имеем относительно стабильную ситуацию по африканской чуме свиней, ставшей в последние годы угрозой всему мировому свиноводству. В настоящее время в ветеринарии, как и в свиноводстве, с учетом санкционного давления и новых экономических условий, происходит перестройка рынка в направлении максимального импортозамещения. Задача это чрезвычайно сложная. Но я думаю, что она должна быть выполнена».

Гендиректор НСС, д.т.н. Ю.И. Ковалев акцентировал внимание на современном состоянии отрасли в рамках новой экономической реальности и новых вызовов. «Мы уже достаточно импортонезависимы по свиному мясу и, практически, ушли от критической зависимости по многим компонентам, которыми обеспечивается функционирование отрасли, включая ветеринарию, — отметил эксперт. — Тем не менее, в области ветеринарии мы продолжаем значительно зависеть от импортных поставок как самих компонентов, так и субстанций». Разрыв логистических цепочек стал для свиноводов серьезнейшим вызовом, — и отрасли удалось его выдержать, благодаря совместным усилиям госструктур и бизнес-сообщества, которые солидаризировались в том числе в поиске новых логистических путей.

В результате, по данным спикера, за первые полгода производство выросло почти на 8%, при этом роз-

ничные цены на свинину — только на 1–1,5% (с учетом инфляции). «Свинина стала наиболее доступным мясом для населения страны. Никто не говорит о полном уходе от импорта. Мы говорим о необходимости находить новых партнеров из дружественных стран или новые пути логистических поставок, что сейчас и делается», — заключил он.

Большой интерес участников пленарного заседания форума вызвал доклад заместителя директора подведомственного Россельхознадзору ФГБУ «ВГНКИ» В.А. Грицюк на тему «Лекарственные препараты для ветеринарного применения и кормовые добавки для свиноводства. Новеллы законодательства. Тенденции и направления развития рынка». В частности, эксперт сообщила, в каких случаях Россельхознадзор рассматривает вопрос о приостановлении госрегистрации кормовой добавки, а также пояснила порядок внесения изменений в зарегистрированную кормовую добавку без экспертизы.

Российским производителям иммунобиологических лекарственных препаратов разрешено до 31.12.2022 не представлять сведения о государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, при госрегистрации иммунобиологических лекпрепаратов для ветприменения, полученных с применением генно-инженерно-модифицированных организмов или содержащих такие организмы. Госрегистрация кормовой добавки может быть приостановлена на срок, не превышающий 18 мес., в течение которого федеральный орган исполнительной власти в области ветеринарного надзора должен либо принять решение о ее возобновлении, либо направить в суд заявление об отмене госрегистрации кормовой добавки. Для российских производителей по заявлениям о госрегистрации кормовых добавок, поданным со дня вступления в силу Постановления Правительства РФ от 22.06.2022 № 1118, до 01.03.2023 вводится режим ускоренной процедуры госрегистрации, не превышающий 35 рабочих дней. До 01.03.2023 внесение изменений в регистрационное досье на зарегистрированные кормовые добавки (связанных с заменой вспомогательных веществ с одинаковыми свойствами, изменением материала, объема упаковки кормовой добавки) осуществляется в уведомительном порядке с письменным обязательством в течение 12 месяцев после уведомления представить документы, предусмотренные статьей 11.7 Закона Российской Федерации «О ветеринарии», подытожила эксперт.

Ю.Г. Седова

В РОССИИ УПРОЩАЕТСЯ ПРОЦЕДУРА ПРИОБРЕТЕНИЯ ФЕРМЕРСКИМИ ХОЗЯЙСТВАМИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ

Вопросы совершенствования механизмов выделения земли для российских фермерских хозяйств обсудили участники круглого стола, прошедшего в онлайн-формате 17.06.2022 на площадке Общественной палаты России. Организатором мероприятия выступила ассоциация «Народный фермер» при поддержке Россельхозбанка. Большой интерес аудитории вызвало выступление заместителя министра сельского хозяйства РФ Светланы Ходневой.



В ходе круглого стола замминистра сельского хозяйства РФ Светлана Ходнева сообщила, что на рассмотрении в Госдуме находится проект федерального закона № 135588-8 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный документ изменит для фермеров основания предоставления земельных участков из земель сельхозназначения, находящихся в государственной или муниципальной собственности. Законопроект существенно облегчит доступ фермерских хозяйств к земельным участкам, предусматривая получение фермерами этих участков без торгов, пояснила замминистра. «Таким образом, будет решена проблема конкуренции фермеров с крупными хозяйствами агропромышленного комплекса», — сказала она.

Спикер заострила внимание на том, что с 1 января 2022 года реализуется государственная программа по эффективному вовлечению земель сельскохозяйственного назначения в оборот и развитию мелиоративного комплекса, в рамках которой впервые были введены меры господдержки по финансированию мероприятий муниципальных образований для проведения, в частности, межевания и кадастровых работ. Необходимую информацию по данному вопросу можно получить с 01.07.2022 в единой федеральной информационной системе — ЕФИС ЗСН. Также ссылка появится на сайте Министерства сельского хозяйства РФ, уточнила замминистра.

Светлана Ходнева сообщила, что на сегодняшний день в РФ имеется довольно большой объем необрабатываемых земель. «Причем это не только земли, пока не вовлеченные в гражданский оборот как земельные участки, но и те, которые уже принадлежат частным лицам. К сожалению, эти земли достаточно часто используются недобросовестно, потому что были получены как некий актив с расчетом на повышение их рыночной стоимости в будущем, когда этот актив сможет принести дополнительный доход», — пояснила она. До недавнего времени процедура изъятия земельных участков была довольно сложной, что давало возмож-

ность недобросовестным собственникам уходить от ответственности. «Эти лазейки мы надеемся в ближайшее время закрыть», — сказала спикер. Она отметила, что если земельный участок не используется в течение трех и более лет, Россельхознадзор по закону может начать процедуру изъятия. Законопроект, находящийся на рассмотрении в Госдуме, предусматривает, что 3 года будут исчисляться с момента проведения проверки, а с момента вынесения предписания станет накладываться ограничение и на реализацию участка. «Таким образом, мы сможем разорвать цепочку фиктивной смены собственника», — пояснила чиновник. Дело в том, что недобросовестные собственники зачастую продают свою землю другим лицам, чтобы избежать изъятия, в результате представители Службы вынуждены начинать работу заново. По словам Светланы Ходневой, никто не собирается лишать насильно владельца земли, его только пытаются подвигнуть к обработке своего земельного участка. Что касается доказательной базы по поводу неиспользования земли, то у Россельхознадзора имеется собственная методика экспертизы. «Также мы используем технологии дистанционного зондирования», — отметила спикер, — и активно сотрудничаем с космическим институтом, который дает нам снимки, позволяющие с 1984 года видеть использование или неиспользование конкретного земельного участка».

Чиновник сообщила, что в рамках госпрограммы планируется провести инвентаризацию земель сельхозназначения, которая не проводилась в Российской Федерации в течение 20–25 лет. В 2022 году, — из-за высокой финансовой затратности и сложности процедуры, — Минсельхоз России сделает полные карты земель сельскохозяйственного назначения в республиках Татарстан и Марий Эл, Удмуртской Республике, Московской, Белгородской и Калининградской областях. Несмотря на то, что итоговые результаты запланированы к ноябрю-декабрю текущего года, министерством уже получена информация о неучтенных землях сельхозназначения в Московской и Белгородской областях, отметила замминистра.

Ю.Г. Седова

НА 2022 ГОД РОССИЯ ПОЛНОСТЬЮ ОБЕСПЕЧЕНА ОСНОВНЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

В ходе заседания Президиума и секции «Селекция и семеноводство» Экспертного совета при Комитете по аграрно-продовольственной политике и природопользованию СФ ФС РФ, состоялось обсуждение актуальных вопросов развития отечественных селекции и семеноводства сельхозкультур. Провел заседание зампред Комитета Белан Хамчиев. В мероприятии, прошедшем 14 июня 2022 года, приняли участие сенаторы, представители профильных министерств и ведомств, профессионального и экспертного сообщества.

В текущей ситуации, связанной с санкционным давлением на РФ, необходимо в первую очередь решить задачу обеспечения российских сельхозтоваропроизводителей семенами сельскохозяйственных культур, прежде всего, отечественной селекции, отметил сенатор Белан Хамчиев. Он сообщил, что посевная этого года, по данным Минсельхоза России, полностью обеспечена семенами. «Однако мы понимаем, — добавил сенатор, — что по ряду сельскохозяйственных культур это семена в значительной степени зарубежной селекции». В связи с этим парламентарий указал на значительные риски обеспечения отечественного АПК импортными семенами в посевные кампании будущего года и ближайших лет. По мнению Белана Хамчиева, в связи с продлением сроков действия ФНТП (Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы) до 2030 года, необходимо пересмотреть ее показатели с учетом новых условий функционирования экономики нашей страны, для скорейшего достижения самообеспеченности семенами основных сельхозкультур. «Следует проанализировать текущую ситуацию, наметить пути решения имеющихся проблем по обеспеченности семенами и их импортозамещению в целом по сельскохозяйственным культурам, в том числе овощным», — заключил сенатор.

Для Министерства сельского хозяйства РФ чрезвычайно важно решить основную задачу: обеспечить продовольственную безопасность страны, отметил директор Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Роман Некрасов. Предварительные итоги работы в 2022 году демонстрируют, что, несмотря на сложности и санкционные процессы, Минсельхозу России совместно с региональными органами АПК, законодателями и сельхозтоваропроизводителями удастся обеспечить в необходимых объемах основными видами растениеводческой продукции нашу страну на текущий год, сообщил он. Это позволит не только выйти на уровень продовольственной безопасности, но и обеспечить достаточно серьезный экспортный потенциал, пояснил Роман Некрасов. «Мы надеемся в ближайшее время в полном объеме завершить посевную кампанию», — заключил он.

Качество семян — это важнейший интегральный показатель способности сельхозкультур давать хороший урожай, отметил директор ФГБУ «Россельхозцентр»

Александр Малько. Россельхозцентр оказывает различные услуги, в том числе по определению сортовых и посевных качеств и фитосанитарного состояния семян, предоставляет рекомендации по их протравливанию, сообщил он, сделав акцент на порученном учреждению Минсельхозом России мониторинге семенных посевов с геопривязкой. Данная работа является частью систематической деятельности Министерства сельского хозяйства РФ по повышению качества семян и выполняется впервые, пояснил Александр Малько. Так, на сегодняшний день на интерактивную карту уже нанесены 48 тыс. семенных участков, общая площадь которых составляет более 5 млн га. Этот мониторинг позволит Минсельхозу получить максимально полную информацию для принятия необходимых управленческих решений по обеспечению предстоящей посевной кампании семенами.

В числе основных причин невостребованности отечественных селекционных достижений директор Федерального научного центра овощеводства (ФГБНУ ФНЦО), д.с.-х.н. Алексей Солдатенко отметил низкие уровни механизации и контроля за несанкционированным рынком семян. А также — недостаточную однородность по сортовым качествам и нехватку квалифицированных семеноводческих хозяйств для тиражирования и коммерциализации семян. Помимо этого, среди ключевых причин ученый выделил отсутствие гибридов с определенными целевыми признаками качественной предпосевной обработки, системы эффективного маркетинга у научно-исследовательских организаций по продвижению на рынок новых сортов и гибридов овощных культур отечественной селекции, связующего звена между селекционером и товаропроизводителем.

Тема селекции и семеноводства сейчас крайне актуальна, особенно в свете новых вызовов, отметил глава Комитета по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Совета Федерации Алексей Майоров. Он заострил внимание на том, что бизнес зачастую старается использовать импортные семена. По мнению сенатора, необходимо предпринять все усилия для того, чтобы созданные российскими учеными новые, перспективные сорта семян сельскохозяйственных культур оказывались на отечественных полях. Российское семеноводство должно стать отдельной, экономически выгодной, эффективной отраслью, подтолкнул парламентарий.

Ю.Г. Седова

СОТРУДНИЧЕСТВО СЕЛЕКЦИОННОЙ НАУКИ С СЕМЕНОВОДЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ – ЗАЛОГ ПОЯВЛЕНИЯ НА РЫНКЕ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ

Актуальные исследования и новые разработки сибирских ученых в сельскохозяйственной отрасли и перспективы внедрения инновационных технологий в сфере АПК РФ обсудили участники пресс-конференции, состоявшейся 17 июня в пресс-центре «ТАСС-Сибирь» (Новосибирск).

Министр науки и инновационной политики Новосибирской области Вадим Васильев акцентировал внимание на деятельности СибБиоНОЦ (Сибирского биотехнологического научно-образовательного центра) — структуре, объединяющей усилия бизнеса, вузов и научно-исследовательских организаций с целью получения качественных результатов по ряду направлений, в том числе сельскохозяйственному. Решение задач в интересах АПК — одно из главных направлений центра, объединяющего 7 вузов, 8 научно-исследовательских институтов, 27 организаций реального сектора экономики, отметил он. По данным министра, на поддержку Сибирского биотехнологического научно-образовательного центра в 2021 году был направлен 21 млн руб., — на внедрение и реализацию научно-исследовательских разработок. В рамках реализации первых проектов центра, Барабинским комбикормовым заводом оформлена лицензия на добычу сапропеля для его последующей переработки в удобрения и кормовые добавки, а компанией ООО «Сибитек» (резидентом Академпарка) выпущена опытная партия диагностических систем для определения антител к бактериям стафилококка у животных. «Сейчас данный проект находится на стадии сертификации», — уточнил Вадим Васильев.

Тесное сотрудничество селекционной науки с семеноводческими предприятиями является залогом своевременного появления на рынке новых отечественных сортов в виде семян, подчеркнул заместитель директора ИЦИГ СО РАН (Института цитологии и генетики СО РАН) по инновационной деятельности Петр Куценогий. Ученый рассказал, что институт совместно с индустриальным партнером — ГК «ЭФКО» занимается созданием технологии производства растительного мяса с питательными свойствами животных белков из сои и шрота подсолнечника. Задача ученых — разработка индустриальной технологии воссоздания в растительном



фарше необходимых молодому здоровому растущему организму питательных веществ, пояснил спикер. «Кроме того, совместно с Агентством инвестиционного развития Новосибирской области мы прорабатываем формат ГЧП, который позволит выстроить с семеноводами долгосрочное сотрудничество», — отметил ученый.

Директор СФНЦА РАН (Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН), чл.-корр. РАО, проф. РАН, д.б.н. Кирилл Голохваст сообщил о планах по созданию в течение трех лет лаборатории мирового уровня по изучению пестицидов и разработке научной базы для укрепления продовольственной безопасности России. Возглавит новую лабораторию греческий ученый, иностранный член РАН, профессор Аристидис Тсатсакис, уточнил спикер. Реализован данный проект будет на средства мегагранта (размером около 90 млн руб.), добавил он.

По мнению ученого, меняющаяся ситуация в мире и в стране неизбежно изменит рынок научных услуг, в том числе в области сельского хозяйства. «В настоящее время основной задачей является создание системы контроля продовольственной безопасности с целью предотвращения попадания в Россию опасной сельскохозяйственной продукции», — сказал Кирилл Голохваст.

С российского рынка будет уходить импортная продукция, в частности, агротехнологии, агротехника, пестициды, химические регуляторы роста растений, отметил ученый. «Мы, в целом, готовы заместить все направления, которые уйдут. Конечно, не мгновенно (никто не верит в сказки), но примерно за полгода, за год. Мы понимаем, каким образом, какими путями это можно сделать. Есть дорожные карты. С учеными Сибирского отделения РАН других специальностей, директорами институтов мы обсуждаем риски, которые сможем решить только совместными усилиями. Выбора у нас нет, как и нет времени на раскачку. Мы сделаем все от нас зависящее, и обязательно победим», — заключил директор СФНЦА РАН.



ОБЗОР РОССИЙСКОГО РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ВАКЦИН ДЛЯ ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Маркетинговое агентство MegaResearch представило обновленный обзор российского рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных. Аналитики отмечают, что на протяжении многих последних лет развитие отечественного производства сдерживала зависимость от иностранных поставщиков племенного скота, фактически вынуждавших потребителей закупать для его выращивания импортные вакцины. В новых геополитических условиях есть все возможности для того, чтобы решить эту проблему, так как российские производители могут полностью обеспечить потребности рынка уже сейчас.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫНКА И ДИНАМИКА ЕГО РАЗВИТИЯ В 2018–2021 ГГ.

Объем российского рынка вакцин для продуктивных животных за три последних года увеличился на 9% в натуральном выражении, несмотря на то, что по предварительным итогам 2021 года отмечается небольшое снижение. При этом отечественные предприятия, которым оказывается всяческая поддержка со стороны государства, увеличили объемы производства на 27%, а доля импортных вакцин уменьшилась практически вдвое.

В структуре рынка по видам животных более 98% в натуральном выражении занимают вакцины для птицы. Однако в связи с их относительно низкой стоимостью, доли вакцин для крупного, мелкого рогатого скота и свиней в денежном выражении значительно выше.

Структура рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных в РФ по видам животных в стоимостном выражении

ТЕКУЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ НА РЫНКЕ

Несмотря на отмеченные выше успехи в импортозамещении, доля вакцин иностранного производства в России пока остается довольно значительной: по итогам проведенного в апреле 2022 года исследования она оценивается примерно в 33%. При этом аналитики видят определенный потенциал к ее дальнейшему снижению:

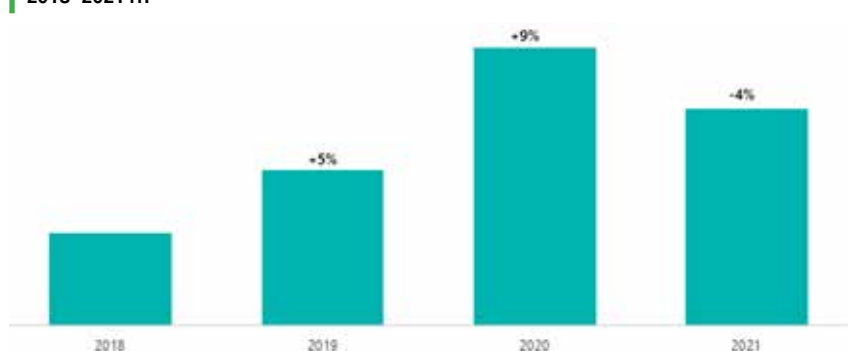
- отечественные и зарубежные препараты примерно одинаковы по качеству, но российские стоят дешевле и лучше приспособлены к эпизоотической обстановке в стране, т. к. они создавались с использованием штаммов микроорганизмов, циркулирующих на территории РФ;



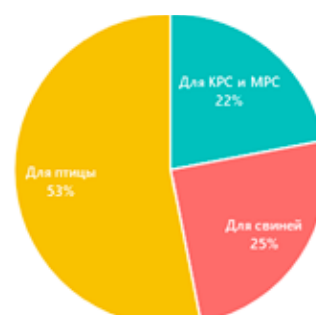
- спрос на импортные вакцины во многом поддерживается иностранными компаниями. Ситуация на рынке сложилась таким образом, что определенные виды племенных (а часто и неплеменных) животных завозятся в Россию из-за рубежа. При этом поставщики гарантируют необходимые показатели привеса и сохранности поголовья только при вакцинации определенными препаратами. В сложившейся после введения антироссийских санкций ситуации зависимость страны от импорта в этой отрасли будет снижаться, что должно вызвать сокращение потребления навязанных иностранных вакцин;

- в России производятся все вакцины от особо опасных болезней: сибирской язвы, классической чумы и рожи свиней, ящура, бешенства, а также от основных заболеваний птиц. И хотя эксперты отмечают, что около 30% внутреннего производства обеспечивается импортным сырьем, заводы, ориентированные на выпуск такого сырья (а оно используется и при изготовлении вакцин для человека), уже строятся. На переходный период Россельхознадзор разрешил поставки необхо-

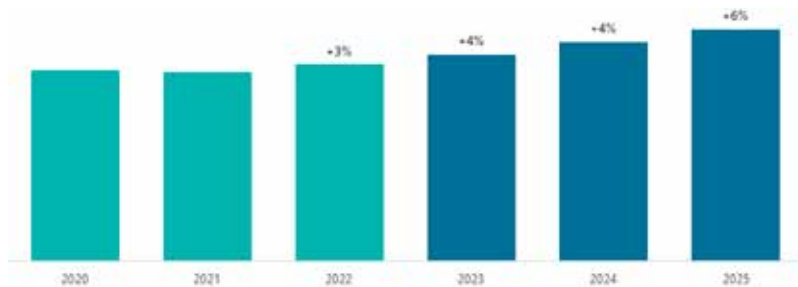
Динамика рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных, 2018–2021 гг.



Структура рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных в РФ по видам животных в стоимостном выражении



Прогнозная динамика рынка ветеринарных вакцин для продуктивных животных в РФ, 2022–2025 гг.



димых компонентов из дружественных стран, прежде всего из Индии и Китая.

КРУПНЕЙШИЕ РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ВАКЦИН ДЛЯ ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Основной объем вакцин выпускают шесть отечественных предприятий:

- ФГБУ «ВНИИЗЖ». Государственная компания, производит более 100 видов вакцин и диагностических наборов, в том числе препараты против ящура и болезней птиц;
- ФКП «Ставропольская биофабрика». Изготавливает ветеринарные препараты для всех видов продуктивных животных, уровень качества продукции подтвержден международными сертификатами, инспекциями и аудитами;
- ФКП «Щелковский биокомбинат». Одно из самых крупных российских предприятий агробиологической промышленности, изготавливает около 30 видов продукции — вакцины, диагностикумы, растворители для вакцин, питательные среды и другие биопрепараты, предназначенные в основном для профилактики и диагностики инфекционных болезней животных и птиц;
- ФКП «Армавирская биофабрика». Основана более 100 лет назад и на протяжении всего этого времени эффективно занимается борьбой с различными заболеваниями домашних и промышленных животных и птиц. В настоящее время в ассортименте фабрики более 80 препаратов, поставляемых на внутренний рынок и за рубеж;
- ООО «Агровет». Крупное научно-производственное предприятие в области ветеринарной биотехнологии, поставляет более 200 наименований вакцин, гипериммунных сывороток, диагностических и терапевтических средств;
- ООО «Ветбиохим». Производственные мощности позволяют ежегодно выпускать до 5 млн доз вакцин, многие из которых не имеют аналогов не только в России, но и во всем мире.

Суммарная рыночная доля этих компаний составляет немногим более 40%, а индекс Херфиндаля-Хиршмана, рассчитанный на основе долей всех игроков, находится около отметки в 1000 единиц. Таким образом, концентрация российского рынка вакцин для продуктивных животных невысокая (на грани низкой и умеренной по стандартной классификации). Это значит, что он довольно перспективен для организации новых производств.

Эксперты подтверждают этот вывод: всего в России работают не более 10 отечественных производителей, причем конкуренция между ними средняя, поскольку животноводческие предприятия обычно покупают вакцины у одного и того же поставщика и редко меняют его без особой необходимости.

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА НА 2022–2025 ГГ.

По мнению аналитиков, в ближайшие три года следует ожидать дальнейшего укрепления позиций российских производителей и определенной консолидации рынка. Ведущие игроки увеличивают объемы выпуска вакцин, расширяют их номенклатуру и, по всей видимости, продолжают эту работу и дальше:

- компания «Ветбиохим» в конце 2021 года запустила новую производственную площадку на территории ОЭЗ «Технополис «Москва» в Печатниках. Здесь будет налажен выпуск широкого спектра тест-систем, вакцин и сывороток для диагностики и специфической профилактики инфекционных болезней сельскохозяйственных и домашних животных. Инвестиции в проект составили около 1,6 млрд рублей;

ФГБУ «ВНИИЗЖ» в 2021 году планировало разработать семь новых вакцин для профилактики вирусных и бактериальных болезней животных. По официальной информации компании, с начала 2022 года уже было получено несколько патентов на изобретения.

Эксперты утверждают, российские компании в состоянии полностью обеспечить потребности рынка во всех видах вакцин при уходе с него отдельных, или даже всех иностранных производителей. Определенные проблемы с зависимостью от импортного сырья будут решены в ближайшее время.

По оценке аналитиков MegaResearch, основанной на мнениях экспертов и прогнозах Российской ветеринарной ассоциации, темпы роста в отрасли в 2022–2023 гг. сохранятся на уровне 3–4%, а в последующие периоды увеличатся до 6% в год.

Отрадно, что новый прогноз практически совпадает с предыдущим, построенным ровно год назад. Это говорит о том, что введенные против России санкции на рынке ветеринарных вакцин для продуктивных животных практически не отразятся. Более того, в новых реалиях потребители получают возможность избавиться от засилья биопрепаратов, навязанных иностранными фармкомпаниями, а отечественные производители смогут занять освободившееся место (до трети рынка) и увеличить объемы выпуска своей продукции.



УДК 619:616-07

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-20-26>

обзор/review

Новгородова И.П.

Федеральный исследовательский центр животноводства имени академика Л.К. Эрнста, п. Дубровицы, д. 60, г. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

E-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Ключевые слова: ядрышкообразующие области (ЯОР или NOR), аргирофильные белки, животные, нуклеофозмин, онкология, ядрышко

Для цитирования: Новгородова И.П. Перспективы применения современных методов окрашивания ядрышкообразующих областей клеток для диагностики заболеваний у животных. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 20–26.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-20-26>

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

Inna P. Novgorodova

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

E-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Key words: nucleolar organizers regions (NOR), argyrophilic proteins, animals, nucleophosmin, oncology, nucleolus

For citation: Novgorodova I.P. Prospects for the use of modern methods of staining nucleolar organizers regions of cells for the diagnosis of diseases in animals. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 20–26. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-20-26>

The author bear responsibility for the work and presented data.

Перспективы применения современных методов окрашивания ядрышкообразующих областей клеток для диагностики заболеваний у животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В последние годы вопросы онкологии человека и животных рассматриваются в широком аспекте как отдельная междисциплинарная наука. Некоторые заболевания являются наиболее распространенными среди животных, а не среди людей. Именно поэтому требуется подбор необходимых методов целенаправленного значения. В связи с вышеизложенными данными, актуальность работы заключается в рассмотрении различных методов использования ЯОР клеток для диагностики заболеваний различной этиологии у животных.

Методы и результаты. С целью определения того или иного заболевания необходимо не только тщательное изучение имеющихся гистопатологических методов, но и разработка новых. В животноводстве в целом и в сельском хозяйстве диагностика патологий опухолей с использованием видовых наборов не всегда возможна, т.к. они в основном разработаны для медицинских целей. Сопоставимость генных карт человека, крупного рогатого скота, овец и других млекопитающих открывает возможности применения методов, используемых в медицине, и для животных (например, анализ FISH с ДНК-зондами человека). Аргирофильные белки, ассоциированные с ЯОР клеток, широко применяются в диагностической патологии разного характера. Метод окрашивания АгЯОР рассматривается в качестве маркера пролиферации. Принцип этого метода заключается в реакции не с ЯОР, а с ассоциированными с ними белками, количество которых увеличивается параллельно с биогенезом рибосом. Использование метода ЯОР является перспективным при дифференциации злокачественных и доброкачественных заболеваний. Этот метод заключается в подсчете количества ядер, определении площади и размере ядрышек. Методы, основанные на подсчете ЯОР, являются наиболее перспективными для диагностики различных патологий у животных, в том числе с учетом прогноза заболеваний.

Prospects for the use of modern methods of staining nucleolar organizers regions of cells for the diagnosis of diseases in animals

ABSTRACT

Relevance. In recent years, issues of human and animal oncology have been considered in a broad aspect as a separate interdisciplinary science. Some diseases are more common in animals than in humans. That is why the selection of the necessary methods of purposeful value is required. In connection with the above data, the relevance of the work lies in the consideration of various methods of using NOR cells for the diagnosis of diseases of various etiologies in animals.

Methods and results. In order to determine a particular disease, it is necessary not only to carefully study the available histopathological methods, but also to develop new ones. The comparability of human, bovine, sheep, and other mammalian gene maps opens up the possibility of applying methods used in medicine for animals (for example, FISH analysis with human DNA probes). Argyrophilic proteins associated with NOR of cells are widely used in diagnostic pathology of a different nature. AgNOR staining method is considered as a proliferation marker. The use of the NOR method is promising in the differentiation of malignant and benign diseases. This method consists of counting the number of nuclei, determining the area and size of the nucleoli. Thus, methods based on the calculation of NOR are the most promising for diagnosing various pathologies in animals, including taking into account the prognosis of diseases.

Поступила в редакцию: 30 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 24 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 30 march 2022
Accepted in revised form: 24 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Ядрышко — важный клеточный компонент, участвующий в биогенезе рибосом. В ядрышке транскрибируются 47S рибосомные РНК (рРНК), расщепляются и собираются с 80 рибосомными белками и 5S РНК с образованием субъединиц 40S и 60S рибосом. Ядрышки состоят из ядрышкообразующих областей (ЯОР или NOR), которые являются активными частями хромосом в ядре и локализуются в области вторичных перетяжек хромосом [1]. Существуют различия в количестве и локализации ЯОР в геномах. У человека они представляют собой петли ДНК, содержащие рибосомные гены (рДНК) и расположенные на коротких плечах пяти пар акроцентрических хромосом (хромосомы 13, 14, 15, 21 и 22) [2–4]. В геномах млекопитающих ЯОР расположены на аутосомах, достаточно часто на коротких плечах акроцентрических хромосом и реже втеломерных, перичентромерных или интерстициальных областях, и состоят из tandemно повторяющихся последовательностей генов рДНК, кодирующей 18S, 5.8S и 28S рРНК [5–7].

Ядрышки представляют собой контрастные гранулы, визуализирующиеся в ядрах клеток и наблюдаемые при использовании фазово-контрастной микроскопии. Количество хромосом, несущих ЯОР, варьирует в зависимости от вида и стадии митоза (в конце митоза, поздней стадии телофазы), каждая часть активной области отвечает за образование одного или нескольких ядрышек в зависимости от вида животных [8, 9]. У млекопитающих их количество в клетках колеблется от 1 до 6 и более со значительной вариабельностью их размеров. Определить точное количество ядрышек невозможно. Например, у человека ядрышки сливаются через 1–2 ч после вступления клеток в интерфазу и другие межфазные периоды. Они различаются по форме и размеру в зависимости от типа клеток и даже в пределах одной клетки. В клетках человека размер варьирует от менее 0,5 мкм у зрелых лимфоцитов до 3–9 мкм у пролиферирующих и раковых клеток.

Обсуждение

Свойства пролиферативной активности ЯОР. Ядрышки являются своеобразными ориентирами цитологических исследований и являются структурными компонентами клеточного ядра [10]. К важнейшим свойствам ядрышка относится индикация общего уровня метаболизма клеток и способности их к пролиферации. В исследованиях M. Hork с другими учеными (2002) [11] и R. Stuart-Harris с коллегами (2008) [12] было выявлено, что в активно пролиферирующих клетках ядрышки обладают более крупными размерами, а также что их размер связан со скоростью пролиферации [13, 14]. Методы выявления патологических процессов, происходящих на протяжении всего клеточного цикла в организме, основываются на изменении количественного содержания белков. Активность зон ЯОР связана с определением морфофункционального состояния клеток крови. Именно поэтому лабильность морфологических показателей ядрышка (число, форма, размер) считают их основной функциональной особенностью.

Одним из свойств использования метода ЯОР при дифференциации злокачественных и доброкачественных онкозаболеваний является то, что для определения площади и размера ядрышек он является достаточно дешевой альтернативой дорогостоящим методам, используемых при микроскопии и цитометрии [15, 16].

Методы визуализации ЯОР. ЯОР представляют собой хромосомные петли ДНК, участвующие в рибосомном синтезе, и некоторые белки, связанные с ними, окрашиваются серебром. Именно поэтому для визуализации ядрышек стали использовать метод коллоидного серебра (методика M. H. owell и D. A. B lack, 1980) [17]. В качестве стабилизатора и катализатора реакции используется желатин.

В настоящее время разработано несколько модификаций этого метода с целью исследования различных клеток и тканей организма. Как уже было сказано выше, нитрат серебра окрашивает активно функционирующие ЯОР [18] и именно это свойство позволяет параллельно оценить функциональное состояние рибосомных генов в клетке и по их количеству и площади судить об интенсивности синтеза белка. В качестве окрашивающего вещества с использованием различных методов AgЯОР учеными также были использованы 10%-ный раствор тиосульфата натрия, 1%-ный раствор хлорида золота [19].

После окрашивания серебром аргирофильные белки можно обнаружить только в ядрышке в интерфазе, при митозе в области ядрышкового организатора митотических хромосом. В ядре клеток во время интерфазы ЯОР видны в виде черных точек на желтом фоне ядер или слабоокрашенных хромосом. При этом их размер и количество отражают ядрышковую и клеточную пролиферативную активность. Для диагностики и прогноза опухолевых заболеваний используют разные параметры ЯОР, такие как количество, размер и распределение. Черные гранулы являются местом контакта серебра в клетке с соответствующими кислотными белками транскрипции и трансформации рРНК. Реакция серебрения основана на связывании нитрата серебра с негистоновыми белками хромосом (рибонуклеопротеиновые комплексы) [20]. Соответственно, интенсивность окрашивания AgЯОР-белков серебром коррелирует с транскрипционной активностью рибосомных генов [21].

Специфичность окраски происходит при соблюдении определенных условий (рН, температуры, времени окрашивания, концентрации серебра). Продолжительное окрашивание серебром может вызвать определенную окраску центромер хромосом и центриолей, т.к. практически все компоненты хроматина при изменении условий реакции могут быть выявлены с помощью этого метода [18, 20].

Метод, основанный на связывании коллоидного серебра с негистоновыми белками (AgЯОР), является экономичным. Вследствие того, что ЯОР связаны с синтезом белка, их количество увеличивается при усилении клеточного метаболизма [22–25].

Аргирофильные белки и их использование в качестве диагностики заболеваний. Аргирофильные белки играют главную роль в биогенезе рибосом, участвуют в регуляции продолжительности жизни, клеточном гомеостазе, а также отвечают за целостность генома. Ядрышко более богато белками и белоксодержащими комплексами, которые являются ядерными доменами, играющими роль во многих клеточных процессах, таких как реакция на стресс или вирусные инфекции, контроль старения, секвестрация регуляторных молекул, модификация различных типов РНК и ядерный экспорт.

Аргирофильные белки, ассоциированные с ядрышковым организатором, нашли широкое применение в диагностической патологии. Надежность этого метода при оценке онкологических заболеваний заключается в

подсчете ядер AgЯОР как простом и полезном способе получения данных о пролиферативном индексе как раковых, так и доброкачественных поражений. Окрашивание AgЯОР является одним из наиболее надежных методов, используемых для визуализации ядрышек в интерфазных ядрах и для определения активных хромосом, несущих ЯОР в метафазе [23, 26].

Повышенная пролиферативная активность в опухолевых клетках приводит к увеличению количества ЯОР. Существует связь между уровнем окрашивания серебром и активной транскрипцией рибосомных генов. Соответственно, увеличение количества ЯОР отражает увеличение количества опухолевых клеток. Это свойство используется для определения злокачественного потенциала клеток с учетом подсчета ядрышек [22, 27].

Ядрышко — это не постоянная структура, оно растворяется перед митотическим делением клетки и реорганизуется позже. Число AgЯОР прямо пропорционально скорости клеточного цикла. ЯОР являются жизненно важной частью аппарата ядрышка, и нарушенная пролиферация считается ключевой характеристикой злокачественных новообразований. Поэтому их межфазное число имеет диагностическое значение. Количество ЯОР в ядре может отражать состояние активации и степень поражения новообразований [28, 29].

Связь между пролиферацией клеток, раком и ядрышковой активностью давно известна, и исследования, связанные с выявлением количества ядрышковых белков, используют для прогноза различных заболеваний. Эта методика позволяет оценить потенциал распространения раковых клеток путем измерения активности ядрышек и в дальнейшем использовать это свойство для изучения роста, дифференцирования, а также других клеточных процессов, связанных с изменением функционального состояния клеток.

Увеличение количества ядрышек происходит наряду с увеличением повышенной ploидности клеток и с повышением уровня транскрипционной активности в стадии активной пролиферации клеток. Различия в размере и (или) количестве ядрышек AgЯОР могут зависеть как от стадии клеточного цикла, метаболической активности клетки, так и от количества ядрышек, несущих хромосомы в определенном кариотипе. Количественный показатель пролиферативной активности клеток является наиболее объективной характеристикой клеточной популяции, используемой для ранней диагностики развития заболевания [30].

У человека заболевания, связанные с нарушениями функции ядрышек, делят на 2 категории: 1) рак и повышенная активность ядрышек; 2) вирусные инфекции с ядрышковыми мишенями. Также выделяют синдромы, обусловленные врожденными мутациями белков, локализованных в ядрышке (синдром Вернера, Тричера Коллинза, врожденного дискератоза).

В результате многих исследований было доказано, что большинство ЯОР антигенов, ассоциированных с клеточной пролиферацией, локализуются преимущественно в ядрышке. В то время как в активно пролиферирующих клетках ядрышки обладают более крупными размерами и размеры ядрышек коррелируют со скоростью пролиферации опухолевых клеток. Все изменения функционального состояния ядрышек в ходе клеточного цикла сопровождаются изменением количественного содержания белков [11, 13, 14]. Количество ядрышек внутри клеток может варьировать, а также может изменяться их форма (овальные, круглые или нитевидные

ядрышки). Доказано, что ядрышки являются предшественниками ядрышковых хромосом в интерфазе.

Е.В. Сабонеев (1989) в своих исследованиях с использованием иммуноцитогенетических методов сделал вывод о том, что интерфазные ядрышки и хромосомные ЯОР млекопитающих, окрашенные серебром, отражают транскрипционную активность генов рРНК [18]. Также было установлено, что способность определенного сайта данной хромосомы окрашиваться серебром постоянна у данного индивидуума, в то время как существуют индивидуальные вариации в числе и распределении ЯОР; способность данной хромосомы образовывать ядрышко передается по наследству [20].

Многие исследователи в ходе своих экспериментов выявили, что количество РНК и белка в цитоплазме зависит от объема ядрышка и концентрации в нем РНК. Вследствие чего был сделан вывод, что клетки, синтезирующие большое количество белка, имеют большое ядрышко или много ядрышек и, соответственно, в малоактивных клетках ядрышко маленькое или достаточно трудно обнаруживаемое [20].

Аргирофильные белки нуклеолин и нуклеофозмин. В состав ядрышка входят несколько ферментов: РНК-полимераза-1, РНК-метилаза, топоизомераза-1; ядрышковые протеины Р80 и Р105, фосфопротеины С23 и Р100, нуклеолин и другие [1, 31]. У млекопитающих, как и у человека, активация клеток сопровождается увеличением содержания многих ЯОР белков. К основным аргирофильным белкам, играющим ключевую роль в синтезе рРНК, относят нуклеолин (С23) и нуклеофозмин (NPM/B23). Окрашивание AgЯОР этими белками составляет 75%. Они обнаруживаются в ядрах клеток на протяжении всего жизненного цикла клетки, в то время как в S- и G-фазах отмечается увеличение их количества в 1,5–3 раза, они участвуют в регуляции функций РНК-полимеразы, транскрипции, репликации и рекомбинации ДНК, стабилизации структуры хроматина и мРНК, в регуляции митоза и апоптоза.

Научными исследованиями было доказано, что ядрышково-нуклеоплазматическая мобилизация NPM является ключевым молекулярным механизмом, определяющим его роль в клетке. Он является многофункциональным ядрышковым фосфопротеином и поддерживает структуру нуклеопротеинов, рибосомных субъединиц и ядрышек, регуляцию деления клеток и биогенеза рибосом, регулирует созревание рРНК [32, 33], контролирует дупликацию centrosом, участвует в реакциях при стрессах (УФ-облучение и гипоксия) [34], стабилизации генома, регуляции клеточного цикла, апоптозе, пролиферации клеток, в патологических процессах (развитие или прогрессирование рака) [35]. Многочисленные исследования связанны с важностью интерфазного количества AgЯОР в опухолевой патологии для диагностики и прогноза различных типов рака. В то же время не описано научных доказательств использования анализа AgЯОР как критерия распознавания отличий злокачественных новообразований от доброкачественных [22].

Было доказано, что ядрышково-нуклеоплазматическая мобилизация NPM является ключевым молекулярным механизмом, определяющим роль NPM в клетке. Роль NPM в клетках многофакторная и наиболее значимым является общий уровень экспрессии, статус фосфорилирования и субклеточной локализации. Ядрышковый белок B23 напрямую связан с патогенезом рака. Доказательством этого является мутация гена при многих гематологических заболеваниях [1]. Регулирование

процесса нуклеоплазматической транслокации, общего уровня экспрессии и генетическое изменение NPM являются ключевыми механизмами его онкогенной активности. Нуклеофозмин/B23 локализуется в зернистой области ядрышка и связан с прерибосомными частицами, отвечающим за созревание рибосомных структур; он является мобильным ядрышковым белком, перемещающимся между ядрышками и цитоплазмой.

NPM необходим для нормальных клеточных функций, и при изменении регуляции гиперэкспрессии, мутациях, транслокации, потери функции или спорадической делеции может произойти онкогенез [35]. Гиперэкспрессия NPM способствует росту клеток, ингибирует гибель клеток и ускоряет прогрессии цикла, способствующие входу в S-фазу при отсутствии p53 [24]. В то же время этому белку отводится особая роль в подавлении опухоли.

Это свойство нуклеолина позволило отнести его к ЯОР-ассоциированным белкам. Специфическая схожесть ЯОР с серебром была доказана с помощью ультраструктурных исследований, вследствие чего исследователи стали рассматривать этот метод в качестве диагностического критерия различных заболеваний. В ходе научных исследований было доказано, что количество AgЯОР значительно выше при злокачественных новообразованиях в сравнении с нормальными физиологическими или доброкачественными процессами, происходящими в организме. Большое по размеру ядрышко является особенностью диагностики быстрорастущих и делящихся клеток при онкологических заболеваниях.

NPM обладает функциями подавления пролиферации и роста внутри клеток и экспрессируется как в пролиферирующих, так и в злокачественных клетках. Повышенная экспрессия нуклеофозмина идентифицирована как значимый и независимый фактор, определяемый с помощью многофакторного анализа [36–39].

Метод окрашивания AgЯОР рассматривался многими исследователями в качестве полезного использования маркера пролиферации. Количественная оценка размера ядрышка параллельно с гистопатологической диагностикой злокачественных новообразований несколько ограничена. Метод окрашивания серебром, предложенный D. Plotton с коллегами (1986), при котором происходит окрашивание белков, ассоциированных с участками хромосом, содержащими гены рДНК (ядрышковые организаторы), позволил по-новому оценить перспективу его использования. Количество белков увеличивается за счет биогенеза рибосом и при окрашивании серебром визуализируется в виде четко очерченных черных точек, количество и площадь поверхности которых являются параметрами размера и активности ядрышек [19].

Многочисленные исследования, связанные с цифровой визуализацией, продемонстрировали корреляцию между повышенным содержанием AgЯОР и злокачественными образованиями. Некоторые ученые представили работы, в которых было указано на то, что количество AgЯОР коррелирует со временем удвоения клеточного цикла и при этом доля роста популяции опухолевых клеток влияет на оценку процесса. При этом другие ученые выявили корреляцию с гистологической степенью злокачественности.

Принцип, лежащий в основе метода идентификации маркера пролиферации, заключается в том, что биогенез рибосом и клеточная пролиферация тесно переплетены и для производства огромного количества

необходимых белков требуется очень высокая доля метаболической активности клеток для синтеза ДНК и удвоения клеток [19, 40].

D. Hernandez-Verdun (2006) в результате проведенных исследований сделал вывод, что структура ядрышка остается практически неизменной при обычной функциональной нагрузке определенных популяций клеток. В то же время было доказано, что в ходе клеточного цикла (дифференцирования и дедифференцирования, угнетения или активации синтеза рРНК) происходит значительная перестройка ядрышка [1].

В работах многих ученых была выдвинута гипотеза о том, что увеличение количества ядрышек свидетельствует об амплификации рДНК, а также что количество ядрышек может быть критерием дифференцирования клетки. Согласно литературным данным, количество ядрышек в клетке может изменяться, их число зависит от генного баланса клетки. В большинстве случаев количество ядрышек в клетке меньше, чем число ЯОР. Это связано с тем, что при новообразовании ядрышки сливаются вместе (одно с другим) и тем самым можно сказать, что в образовании одного ядрышка принимают участие несколько ЯОР хромосом [20].

Использование ЯОР для диагностики заболеваний человека и животных. Было проведено множество исследований, направленных на выяснение взаимосвязи между белками AgЯОР и опухолями, в ходе которых было доказано, что злокачественные клетки продуцируют больше аргирофильных белков, чем незлокачественные клетки. Кроме этого, экспрессия белков при онкологических заболеваниях в тканях тесно связана с делением клеток.

Белки, ассоциированные с аргирофильной областью ядрышковых организаторов, представляют большой интерес при различных заболеваниях. Многие ученые рассматривали взаимосвязь между AgЯОР и карциномой. R. Eroz с другими исследователями (2013) выявили, что количество AgЯОР в волосных фолликулах увеличивалось под действием гормона роста [22]. N. Imatoglu с коллегами (2016) сообщили, что количество ядрышек значительно выше у детей с синдромом Дауна [23]. S. Murgod с исследователями (2016) сообщили об увеличении количества ядрышек при подслизистом фиброзе полости рта и плоскоклеточном раке [41]. A.M. Lavezzi с коллегами (2016) исследовали изменения количества AgЯОР при выявлении повреждения нейронов у новорожденных [42]. E. Jajodia с другими исследователями (2017) изучали количество ядрышек при онкологическом поражении ротовой полости [43]. D.S. Rao с учеными (2017) обнаружили, что количество AgЯОР значительно увеличивается при лишае и лейкоплакии [29]. M. Gunduz и другие (2019) в своих исследованиях выявили зависимость лечения атопического дерматита от среднего числа ядер, содержащих AgЯОР, а также возможность их использования для подтверждения диагноза. Авторы предположили, что увеличение числа ядрышек, вероятно, происходит за счет увеличения клеток при воспалительном процессе, но необходимо выяснить, какие патологические изменения влияют на это. Также было выяснено, что возраст при этом не имел никакого значения и не было выявлено зависимости от протекающей тяжести заболевания [44].

Перспективы использования параметров ЯОР в ветеринарии и сельском хозяйстве заключаются не только в исследовании различных онкологических заболеваний. Так, описаны работы А.Г. Давидьян с коллегами (2017) по изучению активации и функционирования рибосомных

генов в оогенезе птиц с использованием флуоресцентной иммуногистохимии (антитела против нуклеофозмина, фибрилларина, UBF1) и гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*. Ими была доказана перспективность 3D-реконструкции яичника на основе серийных гистологических срезов для количественной оценки гетерогенности популяции половых клеток в яичнике неполовозрелых самок птиц. Тем самым были получены данные о функциональном статусе ЯОР в ооцитах птиц [45].

И.П. Бобров с другими учеными (2018) провели оценку морфофункциональной активности АгЯОР гепатоцитов крысы при холодовом стрессе. В ходе экспериментальных данных наблюдалось уменьшение морфофункциональной активности ядрышек вследствие повреждающего действия на нуклеолярный аппарат холода [46].

В ходе исследований С.П. Данникова и А.Н. Квачко (2019) были проанализированы параметры АгЯОР в ядрах подоцитов почечных клубочков у нутрий в постнатальном онтогенезе с целью оценки белково-синтетической функции клеток. Было доказано, что параметры ядрышек у самцов и самок изменялись с разной периодичностью и зависели от половой принадлежности [47].

Е.А. Калаева и другие (2019) изучали динамику показателей белкового обмена и активности ЯОР у жи-

вотных с бронхопневмонией. Ими было предложено использовать параметры активности ядрышек для подтверждения диагноза, оценки состояния организма и эффективности терапии с учетом выбора лекарственных средств, а также прогноза течения заболевания [48].

П.М. Кленовицкий с коллегами (2019, 2021) проводили исследования, направленные на оценку основных характеристик аргирофильных областей в интерфазных лимфоцитах коз разных генотипов и выбор основных параметров для оценки состояния ЯОР с использованием компьютерного анализа. Ученые предложили для оценки состояния ядрышкообразующей системы целесообразное использование таких критериев, как число АгЯОР, средняя оптическая плотность АгЯОР, ядра и зоны, свободной от АгЯОР [49, 50].

Заключение

Таким образом, описанные выше данные позволяют говорить о перспективе применения описанных методов с использованием ЯОР для диагностики заболеваний у животных на новом уровне. Стоит также отметить, что основное свойство АгЯОР (окрашивание белков) при различных патологиях может использоваться с целью диагностики и прогноза заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Hernandez-Verdun D. The nucleolus: a model for the organization of nuclear functions. *Histochem Cell Biol.* 2006.; 126: 135-148. DOI 10.1007/s00418-006-0212-3.
- Tcheliidze P., Benassarou A., Kaplan H., O'Donohue M.-F., Lucas L., Terryn C., Rusishvili L., Mosidze G., Lalun N., Ploton D. Nucleolar sub-compartments in motion during rRNA synthesis inhibition: Contraction of nucleolar condensed chromatin and gathering of fibrillar centers are concomitant. *PLoS ONE.* 2017; 12(11): e0187977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187977>.
- Новгородова И.П., Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С. Связь активности ЯОР с уровнем пролиферации и биосинтеза белка. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020; 3 (51): 125-135. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-125-135.
- Van Sluis M., van Vuurena C., Mangana H. and McStay B. NORs on human acrocentric chromosome p-arms are active by default and can associate with nucleoli independently of Rna. *PNAS.* 2020; 117 (19): 10368-10377. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.2001812117.
- Кленовицкий П.М., Онкорова Н.Т., Иолчиев Б.С., Багиров В.А., Моисейкина Л.Г. Анализ параметров, характеризующих ядрышковые организаторы в интактных лимфоцитах у домашних коз. *Вестник Марийского Государственного университета.* 2019; 5 (3): 298-304. DOI: 10.30914/24111-9687-2019-5-3-298-304.
- Кленовицкий П.М., Онкорова Н.Т., Иолчиев Б.С., Багиров В.А., Моисейкина Л.Г. Оценка ядрышек в интактных лимфоцитах овец с использованием компьютерного анализа изображений. *Теоретические и прикладные проблемы АПК.* 2018; 3: 42-46.
- Iolchiev B., Klenovitskiy M., Bagirov V., Novgorodova I., Volkova N., Khusnetdinova N., Prytkov Y. and Silanteva A. Analysis of Nucleoli in Intact Lymphocytes in Different Mammalian Species and Hybrids. *Journal of Biological Sciences.* 2022; 22 (1): 18-25.
- Минзюк Т.В., Кавцевич Н.Н. Оценка параметров районов организаторов ядрышка лимфоцитов морских млекопитающих. *Морские млекопитающие Голарктики.* 2018; 2: С. 40-48.
- Stępiński D. Functional ultrastructure of the plant nucleolus. *Protoplasma.* 2014; 251: 1285-1306. DOI 10.1007/s00709-014-0648-6.
- Chubb J.R., Boyle S., Perry P., Bickmore W.A. Chromatin motion is constrained by association with nuclear compartments in human cells. *Curr Biol.* 2002; 12: 439-445.
- Hork M., Kotala V., Anton M., Wesierska-Gadek J. Nucleolus and apoptosis. *Ann. N Y Acad. Sci.* 2002; 973: 258-264.
- Stuart-Harris R., Caldas C., Pinder S.E., Pharoah P. Proliferation markers and survival in early breast cancer: a systematic review and meta-analysis of 85 studies in 32,825 patients. *Breast.* 2008; 17 (4): 323-334.
- Дейнеко Н.Л., Булычева Т.И., Ковригина А.М., Григорьев А.А. Экспрессия нового АЗ антигена в клетках больных с различными лимфопролиферативными заболеваниями. *Медицинская иммунология.* 2014; 16(5): 437-442. DOI: <http://dx.doi.org/10.15789/1563-0625-2014-5-437-442>.
- Дейнеко Н.Л., Булычева Т.И., Григорьев А.А., Вольпина О.М., Владимиров Н.М. Экспрессия онкомаркера белка В23/нуклеофозмина в различных опухолевых клетках. *Иммунология.* 2015; 36(2): 153-158.
- Bukhari M.H., Niazi S., Khan S.A., Hashmi I., Perveen S., Qureshi S.S., Chaudhry N.A., Qureshi G.R. and Hasan M. Modified method of AgNOR staining for tissue and interpretation in histopathology. *Int. J. Exp. Path.* 2007; 88: 47-53. doi: 10.1111/j.1365-2613.2006.00522.x.
- Ahmad S.O., Baun J., Tipton B., Tate Y., Switzer R.C. Modification of AgNOR staining to reveal the nucleolus in thick sections specified for stereological and pathological assessments of brain tissue. *Heliyon.* 2019; 5: e03047. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03047>.
- Howell W.M., Black D.A. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia.* 1980; 36: 1014-1015.
- Сабонеева Е.В. Специфичность окрашивания ядрышковых организаторов азотнокислым серебром. *Цитология.* 1989; 31 (1): 5-15.
- Ploton D., Menager M., Jeannesson P., Himber G., Pigeon F., Adnelt J.J. Improvement in the staining and the visualization of the argyrophilic proteins of the nucleolar organizer region at the optical level. *Hatched J.* 1986; 18: 5-14. <https://www.irb.basnet.by/ru>
- Gall J.G. The human nucleolus organizer regions. *Genes & Development.* 2019; 33: 1617-1618. <http://www.genesdev.org/cgi/doi/10.1101/gad.334748.119>.
- Eroz R., Yilmaz S., Cucer N. Argyrophilic nucleolar organizing region associated protein synthesis in hair root cells of humans at different developmental stages and sex. *Biotechnic & Histochemistry.* 2013; 88: 267-271. <https://doi.org/10.3109/10520295.2013.769632>.
- Imamoglu N., Ero R., Canatan H., Demirtas H. and Saat C. Nuclear AgNOR Protein Enhancement in Nucleoplasm of Peripheral Blood Lymphocytes of Babies/Children With Down Syndrome. *Microscopy Research and Technique.* 2016; 79: 133-139. DOI 10.1002/jemt.22613.
- Embaló B., Parize H.N., Rivero E.R.C. Evaluation of cell proliferation in cystic lesions associated with impacted third molars. *Microsc Res Tech.* 2018; 81: 1241-1245. DOI: 10.1002/jemt.23128.
- Dobson J.M. Significant advances in veterinary oncology 60 years on. *Journal of Small Animal Practice.* 2019; 60: 711-722. DOI: 10.1111/jsap.13076.
- Hirai H. Chromosome Dynamics Regulating Genomic Dispersion and Alteration of Nucleolus Organizer Regions (NORs). *Cells* 2020; 9: 971. doi:10.3390/cells9040971.

27. Sonmez F.T. and Eroz R. The role of argyrophilic nucleolar organizing region-associated proteins in clinical exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of International Medical Research*. 2018; 46 (12): 4995-5003. DOI: 10.1177/0300060518788751.

28. Чучкова Н.Н., Плазиненко К.А., Сметанина М.В., Кормилиева Н.В. Ядерно-ядрышковые взаимоотношения и нуклеолярный стресс в гепатоцитах при гипергомоцистеинемии. *Гены & Клетки*. 2021; 16 (1): 37-42. DOI: 10.23868/202104005.

29. Rao D.S., Ali I.M., Annigeri R.G. Evaluation of diagnostic value of AgNOR and PAP in early detection of dysplastic changes in leukoplakia and lichen planus - a preliminary case-control study. *J. Oral. Pathol. Med.* 2017; 46: 56-60. doi: 10.1111/jop.12457.

30. Schufer C., Weipoltshammer K. Nucleolus and chromatin. *Histochemistry and Cell Biology*. 2018; <https://doi.org/10.1007/s00418-018-1696-3>

31. Picart-Picolo A., Picault N. and Pontvianne F. Ribosomal RNA genes shape chromatin domains associating with the nucleolus. *Nucleus*. 2019; 10 (1): 67-72. <https://doi.org/10.1080/19491034.2019.1591106>.

32. Зенит-Журавлева Е.Г., Полковниченко Е.М., Лушников А.А., Трещалина Е.М., Букаева И.А., Райхлин Н.Т. Нуклеофозмин и нуклеолин: кодирующие гены и экспрессия в различных тканях животных и человека: обзор. *Молекулярная медицина*. 2012; 4: 24-31.

33. Lindström M.S., Jurada D., Bursac S., Orsolic I., Bartek J. & Volarevic S. Nucleolus as an emerging hub in maintenance of genome stability and cancer pathogenesis. *Oncogene*. 2018; 37(18): 2351-2366.

34. Wiesmann N., Gieringer R., Grus F. & Brieger J. Phosphoproteome profiling reveals multifunctional protein NPM1 as part of the irradiation response of tumor cells. *Translational Oncology*. 2019; 12 (2): 308-319.

35. Dermiani F.K., Khoei S.G., Afshar S., Amini R. The potential role of nucleophosmin (NPM1) in the development of cancer. *J. Cell Physiol.* 2021; 1-21. DOI: 10.1002/jcp.30406.

36. Li S., Zhang X., Zhou Z., Huang Z., Liu L., Huang Z. Downregulation of nucleophosmin expression inhibited proliferation and induced apoptosis in salivary gland adenoid cystic carcinoma. *J Oral Pathol Med.* 2017; 46: 175-181. doi: 10.1111/jop.12482.

37. El-Gamal R.A.El-R., Hashem A.El-S., Habashy D.M., Elwafa M.A.Z.A., Boshnak N.H. Flow cytometry in detection of Nucleophosmin 1 mutation in acute myeloid leukemia patients: A reproducible tertiary hospital experience. *International Journal of Laboratory Hematology*. 2021; 43: 68-75. DOI: 10.1111/ijlh.13317.

38. Peng M., Ren J., Jing Y., Jiang X., Xiao Q., Huang J., Tao Y., Lei Li, Wang X., Yang Z., Yang Z., Zhan Q., Lin C., Jin G., Zhang X., Zhang L. Tumour-derived small extracellular vesicles suppress CD8⁺ T cell immune function by inhibiting SLC6A8-mediated creatine import in NPM1-mutated acute myeloid leukaemia. *J. Extracell Vesicles*. 2021; e12168. DOI: 10.1002/jev2.12168.

39. Koukoulas K., Giakountis A., Karagiota A., Samiotaki M., Panayotou G., Simos G. and Mylonis I. ERK signaling controls

productive HIF-1 binding to chromatin and cancer cell adaptation to hypoxia through HIF-1α interaction with NPM1. *Molecular Oncology*. 2021; 15: 3468-3489. doi:10.1002/1878-0261.13080.

40. Derenzini M., Ceccarelli C., Santini D., Taffurelli M., Terere D. The prognostic value of the AgNOR parameter in human breast cancer depends on the pRb and p53 status. *J Clin Pathol*. 2004; 57: 755-761.

41. Murgod S., Channabasaviah G.H., Shivamurthy D.M., Ashok L., Krishnappa S.J. Prognostic potential of AgNORs in oral submucous fibrosis. *J. Int. Soc. Prevent. Communit. Dent*. 2016; 167-75. DOI:10.4103/2231-0762.178746.

42. Lavezzi A.M., Alfonsi G., Pusioli T., Maturri L. Decreased argyrophilic nucleolar organiser region (AgNOR) expression in Purkinje cells: first signal of neuronal damage in sudden fetal and infant death. *J Clin Pathol*. 2016; 69: 58-63. doi:10.1136/jclinpath-2015-202961.

43. Jajodia E., Raphael V., Shunyu N.B., Ralte S., Pala S. and Jitani A.K. Brush Cytology and Agnor in the Diagnosis of Oral Squamous Cell Carcinoma. *Acta Cytologica*. 2017; 61: 62-70. <https://doi.org/10.1159/000451050>.

44. Gunduz M., Okur M., Okan M.A., Sengil A.Z., Temel H., Comert M. The relationship of arginophilic proteins of the nuclear organized regions and atopic dermatitis in children. *Exp Dermatol*. 2019; 28: 1309-1312. <https://doi.org/10.1111/exd.14031>.

45. Давидьян А.Г., Кошель Е.И., Лаврова О.Б., Демин А.Г., Галкина С.А., Сайфитдинова А.Ф., Гагинская Е.Р. Функциональные особенности ядрышкового организатора в растущих ооцитах неполовозрелых самок птиц. *Онтогенез*. 2017; 48 (3): 263-269. DOI: 10.7868/S047514501703003X.

46. Бобров И.П., Лепилов А.В., Крючкова Н.Г., Долгатов А.Ю., Фоминых С.А., Алымова Е.Е. Морфофункциональная активность ядрышковых организаторов гепатоцитов крыс при глубокой водной гипотермии. *Современные проблемы науки и образования*. 2018; 1: 144-150. DOI 10.17513/spno.27366.

47. Даников С.П., Квачко А.Н. Активность областей ядрышковых организаторов в ядрах подоцитов почечных клубочков у нутрий в постнатальном онтогенезе. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2019; 27-36. DOI: 10.25687/1996-6733.prodanibiol.2019.3.27-36.

48. Калаева Е.А., Калаев В.Н., Ефимова К.А., Каверин Н.Н., Черницкий А.Е. Динамика показателей белкового обмена и активности ядрышкообразующих районов лимфоцитов в первый месяц жизни у телят в норме и при развитии бронхопневмонии. Генетика и разведение животных. 2019; 1: 34-42.

49. Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С., Багиров Б.С. Анализ параметров, характеризующих ядрышковые организаторы в интактных лимфоцитах у помесных коз. *Вестник Марийского Государственного университета*. 2019; 5 (3): 298-304. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-3-298-304.

50. Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С., Ветох А.Н. Анализ параметров, характеризующих аргирофильные зоны в интактных лимфоцитах у домашних овец (*Ovis aries* L., 1758) и их гибридов с архаром (*Ovis ammon* L., 1758). *Аграрная наука*. 2021; 344 (1): 52-56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56>.

REFERENCES

1. Hernandez-Verdun D. The nucleolus: a model for the organization of nuclear functions. *Histochem Cell Biol*. 2006; 126: 135-148. DOI 10.1007/s00418-006-0212-3.

2. Tchelidze P., Benassarou A., Kaplan H., O'Donohue M.-F., Lucas L., Terryn C., Rusishvili L., Mosidze G., Lalun N., Ploton D. Nucleolar sub-compartments in motion during rRNA synthesis inhibition: Contraction of nucleolar condensed chromatin and gathering of fibrillar centers are concomitant. *PLoS ONE*. 2017; 12(11): e0187977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187977>.

3. Novgorodova I.P., Klenovickij P.M., Iolchiev B.S. Svyaz' aktivnosti NOR s urovнем proliferacii i biosinteza belka. *Vestnik Ul'yansovskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*. 2020; 3 (51): 125-135. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-125-135.

4. Van Sluis M., van Vuurena C., Mangana H. and McStay B. NORs on human acrocentric chromosome p-arms are active by default and can associate with nucleoli independently of Rbna. *PNAS*. 2020; 117 (19): 10368-10377. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.2001812117.

5. Klenovickij P.M., Onkорова N.T., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Moisejkina L.G. Analiz parametrov, karakterizuyushhix yadry'skovy'e organizatory v intaktny'x limfocitax u pomesn'y'x koz. *Vestnik Marijskogo Gosudarstvennogo universiteta*. 2019; 5 (3): 298-304. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-3-298-304.

6. Klenovickij P.M., Onkорова N.T., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Moisejkina L.G. Ocenka yadry'shek v intaktny'x limfocitax ovech s ispol'zovaniem komp'yuternogo analiza izobrazhenij. *Teoreticheskie i prikladny'e problemy' APK*. 2018; 3: 42-46.

7. Iolchiev B., Klenovitskiy M., Bagirov V., Novgorodova I., Volkova N., Khusnetdinova N., Prytkov Y. and Silanteva A. Analysis of Nucleoli in Intact Lymphocytes in Different Mammalian Species and Hybrids. *Journal of Biological Sciences*. 2022; 22 (1): 18-25.

8. Minzyuk T.V., Kavcevic N.N. Ocenka parametrov rajonov organizatorov yadry'shka limfocitov morskix mlekopitayushhix. *Morskie mlekopitayushhie Golarkiki*. 2018; 2: S. 40-48.

9. Stępiński D. Functional ultrastructure of the plant nucleolus. *Protoplasma*. 2014; 251: 1285-1306. DOI 10.1007/s00709-014-0648-6.

10. Chubb J.R., Boyle S., Perry P., Bickmore W.A. Chromatin motion is constrained by association with nuclear compartments in human cells. *Curr Biol*. 2002; 12: 439-445.

11. Hork M., Kotala V., Anton M., Wesierska-Gadek J. Nucleolus and apoptosis. *Ann. N Y Acad. Sci*. 2002; 973: 258-264.

12. Stuart-Harris R., Caldas C., Pinder S.E., Pharoah P. Proliferation markers and survival in early breast cancer: a systematic review and meta-analysis of 85 studies in 32,825 patients. *Breast*. 2008; 17 (4): 323-334.

13. Dejneko N.L., Bul'ycheva T.I., Kovrigina A.M., Grigor'ev A.A. E'kspressiya novogo A3 antigena v kletkax bol'ny'x s razlichny'mi limfoproliferativny'mi zabolevaniyami. *Meditsinskaya immunologiya*. 2014; 16(5): 437-442. DOI: <http://dx.doi.org/10.15789/1563-0625-2014-5-437-442>.

14. Dejneko N.L., Bul'ycheva T.I., Grigor'ev A.A., Vol'pina O.M., Vladimirova N.M. E'kspressiya onkomarkernogo belka B23/nukleofozmina v razlichny'x opuxolevy'x kletkax. *Immunologiya*. 2015; 36(2): 153-158.

15. Bukhari M.H., Niazi S., Khan S.A., Hashmi I., Perveen S., Qureshi S.S., Chaudhry N.A., Qureshi G.R. and Hasan M.

Modified method of AgNOR staining for tissue and interpretation in histopathology. *Int. J. Exp. Path.* 2007; 88: 47-53. doi: 10.1111/j.1365-2613.2006.00522.x.

16. Ahmad S.O., Baun J., Tipton B., Tate Y., Switzer R.C. Modification of AgNOR staining to reveal the nucleolus in thick sections specified for stereological and pathological assessments of brain tissue. *Heliyon*. 2019; 5: e03047. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03047>.

17. Howell W.M., Black D.A. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia*. 1980; 36: 1014-1015.

18. Saboneeva E.V. Specifichnost' okrashivaniya yadry'shkovy'x organizatorov azotnokisly'm serebrom. *Citologiya*. 1989; 31 (1): 5-15.

19. Ploton D., Menager M., Jeannesson P., Himber G., Pigeon F., Adnett J.J. Improvement in the staining and the visualization of the argyrophilic proteins of the nucleolar organizer region at the optical level. *Hatched J.* 1986; 18: 5-14.

20. <https://www.irb.basnet.by/ru>

21. Gall J.G. The human nucleolus organizer regions. *Genes & Development*. 2019; 33: 1617-1618. <http://www.genesdev.org/cgi/doi/10.1101/gad.334748.119>.

22. Eroz R., Yilmaz S., Cucer N. Argyrophilic nucleolar organizing region associated protein synthesis in hair root cells of humans at different developmental stages and sex. *Biotechnic & Histochemistry*. 2013; 88: 267-271. <https://doi.org/10.3109/10520295.2013.769632>.

23. Imamoglu N., Eroz R., Canatan H., Demirtas H. and Saat C. Nuclear AgNOR Protein Enhancement in Nucleoplasms of Peripheral Blood Lymphocytes of Babies/Children With Down Syndrome. *Microscopy Research and Technique*. 2016; 79: 133-139. DOI 10.1002/jemt.22613.

24. Embal B., Parize H.N., Rivero E.R.C. Evaluation of cell proliferation in cystic lesions associated with impacted third molars. *Microsc Res Tech*. 2018; 81: 1241-1245. DOI: 10.1002/jemt.23128.

25. Dobson J.M. Significant advances in veterinary oncology 60 years on. *Journal of Small Animal Practice*. 2019; 60: 711-722. DOI: 10.1111/jsap.13076.

26. Hirai H. Chromosome Dynamics Regulating Genomic Dispersion and Alteration of Nucleolus Organizer Regions (NORs). *Cells* 2020; 9: 971. doi:10.3390/cells9040971.

27. Sonmez F.T. and Eroz R. The role of argyrophilic nucleolar organizing region-associated proteins in clinical exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of International Medical Research*. 2018; 46 (12): 4995-5003. DOI: 10.1177/0300060518788751.

28. Chuchkova N.N., Pazinenko K.A., Smetanina M.V., Kormilina N.V. Yadernoye-yadry'shkovy'e vzaimootnosheniya i nukleolyarny'j stress v gepatocitax pri gipergomocisteinonii. *Geny' & Kletki*. 2021; 16 (1): 37-42. DOI: 10.23868/202104005.

29. Rao D.S., Ali I.M., Annigeri R.G. Evaluation of diagnostic value of AgNOR and PAP in early detection of dysplastic changes in leukoplakia and lichen planus - a preliminary case-control study. *J. Oral. Pathol. Med.* 2017; 46: 56-60. doi: 10.1111/jop.12457.

30. Schufer C., Weipoltshammer K. Nucleolus and chromatin. *Histochemistry and Cell Biology*. 2018; <https://doi.org/10.1007/s00418-018-1696-3>

31. Picart-Piccolo A., Picault N. and Pontvianne F. Ribosomal RNA genes shape chromatin domains associating with the nucleolus. *Nucleus*. 2019; 10 (1): 67-72. <https://doi.org/10.1080/19491034.2019.1591106>.

32. Zenit-Zhuravleva E.G., Polkovnichenko E.M., Lushnikova A.A., Treshhalina E.M., Bukaeva I.A., Rajxlin N.T. Nukleofosmin i nukleolin: kodiruyushhie geny' i e'kspressiya v razlichny'x tkanyax zhivotny'x i cheloveka: obzor. *Molekulyarnaya medicina*. 2012; 4: 24-31.

33. Lindström M.S., Jurada D., Bursac S., Orsolic I., Bartek J. & Volarevic S. Nucleolus as an emerging hub in maintenance of genome stability and cancer pathogenesis. *Oncogene*. 2018; 37(18): 2351-2366.

34. Wiesmann N., Gieringer R., Grus F. & Brieger J. Phosphoproteome profiling reveals multifunctional protein NPM1 as part of the irradiation response of tumor cells. *Translational Oncology*. 2019; 12 (2): 308-319.

35. Dermani F.K., Khoei S.G., Afshar S., Amini R. The potential role of nucleophosmin (NPM1) in the development of cancer. *J. Cell Physiol*. 2021; 1-21. DOI: 10.1002/jcp.30406.

36. Li S., Zhang X., Zhou Z., Huang Z., Liu L., Huang Z. Downregulation of nucleophosmin expression inhibited proliferation and induced apoptosis in salivary gland adenoid cystic carcinoma. *J Oral Pathol Med*. 2017; 46: 175-181. doi: 10.1111/jop.12482.

37. El-Gamal R.A.El-R., Hashem A.El-S., Habashy D.M., Elwafa M.A.Z.A., Boshnak N.H. Flow cytometry in detection of Nucleophosmin 1 mutation in acute myeloid leukemia patients: A reproducible tertiary hospital experience. *International Journal of Laboratory Hematology*. 2021; 43: 68-75. DOI: 10.1111/ijlh.13317.

38. Peng M., Ren J., Jing Y., Jiang X., Xiao Q., Huang J., Tao Y., Lei Li, Wang X., Yang Z., Yang Z., Zhan Q., Lin C., Jin G., Zhang X., Zhang L. Tumour-derived small extracellular vesicles suppress CD8+ T cell immune function by inhibiting SLC6A8-mediated creatine import in NPM1-mutated acute myeloid leukaemia. *J. Extracell Vesicles*. 2021; e12168. DOI: 10.1002/jev2.12168.

39. Koukoulas K., Giakountis A., Karagiota A., Samiotaki M., Panayotou G., Simos G. and Mylonis I. ERK signaling controls productive HIF-1 binding to chromatin and cancer cell adaptation to hypoxia through HIF-1 α interaction with NPM1. *Molecular Oncology*. 2021; 15: 3468-3489. doi:10.1002/1878-0261.13080.

40. Derenzini M., Ceccarelli C., Santini D., Taffurelli M., Trere D. The prognostic value of the AgNOR parameter in human breast cancer depends on the pRb and p53 status. *J Clin Pathol*. 2004; 57: 755-761.

41. Murgod S., Channabasaviah G.H., Shivamurthy D.M., Ashok L., Krishnappa S.J. Prognostic potential of AgNORs in oral submucous fibrosis. *J. Int. Soc. Prevent. Communit. Dent*. 2016; 167-75. DOI:10.4103/2231-0762.178746.

42. Lavezzi A.M., Alfonsi G., Pusioli T., Matturri L. Decreased argyrophilic nucleolar organiser region (AgNOR) expression in Purkinje cells: first signal of neuronal damage in sudden fetal and infant death. *J Clin Pathol*. 2016; 69: 58-63. doi:10.1136/jclinpath-2015-202961.

43. Jajodia E., Raphael V., Shunyu N.B., Ralte S., Pala S. and Jitani A.K. Brush Cytology and Agnor in the Diagnosis of Oral Squamous Cell Carcinoma. *Acta Cytologica*. 2017; 61: 62-70. <https://doi.org/10.1159/000451050>.

44. Gunduz M., Okur M., Okan M.A., Sengil A.Z., Temel H., Comert M. The relationship of argyrophilic proteins of the nucleolar organized regions and atopic dermatitis in children. *Exp Dermatol*. 2019; 28: 1309-1312. <https://doi.org/10.1111/exd.14031>.

45. Davidyan A.G., Koshel E.I., Lavrova O.B., Demin A.G., Galkina S.A., Saifitdinova A.F., Gaginskaya E.R. Functional features of the nucleolar organizer in growing oocytes of immature female birds. *Ontogenesis*. 2017; 48(3): 263-269. DOI: 10.7868/S047514501703003X.

46. Bobrov I.P., Lepilov A.V., Kryuchkova N.G., Dolgatsov A.Yu., Fominykh S.A., Alymova E.E. Morphofunctional activity of nucleolar organizers of rat hepatocytes during deep water hypothermia. *Modern problems of science and education*. 2018; 1:144-150. DOI 10.17513/spno.27366.

47. Dannikov S.P., Kvachko A.N. Activity of nucleolar organizer regions in glomerular podocyte nuclei in nutrias in postnatal ontogeny. *Problems of biology of productive animals*. 2019; 27-36. DOI: 10.25687/1996-6733. prodanimbol.2019.3.27-36.

48. Kalaeva E.A., Kalaev V.N., Efimova K.A., Kaverin N.N., Chernitsky A.E. Dynamics of indicators of protein metabolism and activity of nucleolar-forming regions of lymphocytes in the first month of life in normal calves and with the development of bronchopneumonia. *Genetics and animal breeding*. 2019; 1:34-42.

49. Klenovitsky P.M., Iolchiev B.S., Bagirov B.S. Analysis of parameters characterizing nucleolar organizers in intact lymphocytes in crossbred goats. *Bulletin of the Mari State University*. 2019; 5(3):298-304. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-3-298-304.

50. Klenovitsky P.M., Iolchiev B.S., Vetokh A.N. Analysis of parameters characterizing argyrophilic zones in intact lymphocytes in domestic sheep (*Ovis aries* L., 1758) and their hybrids with argali (*Ovis ammon* L., 1758). *agricultural science*. 2021; 344(1): 52-56. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56>.

ОБ АВТОРЕ:

Новгородова Инна Петровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, e-mail: novg-inna2005@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

ABOUT THE AUTHOR:

Inna Petrovna Novgorodova, Cand., Sci. (Biology.), Senior Researcher of the Laboratory of Cell Engineering, e-mail: novg-inna2005@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

УДК 579.6 78:579.672:616-036.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-3>

исследования/ research

Ляшук Ю.О.,
Тетерин В.С.,
Овчинников А.Ю.,
Панферов Н.С.

Федеральный научный агроинженерный центр
ВИМ, 1-й Институтский проезд, д. 5, г. Москва,
109428, Россия
E-mail: ularzn@mail.ru

Ключевые слова: уровень биологического риска, особо опасные инфекции, показатели инфекционной заболеваемости, острые кишечные инфекции, пищевые токсикоинфекции, пищевые токсикозы

Для цитирования: Ляшук Ю.О., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных инфекций и инвазий в Рязанской области. *Аграрная наука*. 2022; 360 (6): 27–32.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Yulia O. Lyashchuk,
Vladimir S. Teterin,
Alexey Yu. Ovchinnikov,
Nikolay S. Panforyov

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st
Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russia
E-mail: ularzn@mail.ru

Key words: : level of biological risk, especially dangerous infections, indicators of infectious morbidity, acute intestinal infections, food toxic infections, food toxicosis

For citation: Lyashchuk Yu.O., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panforyov N.S. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-related infections and invasions in the Ryazan region. *Agrarian Science*. 2022; 360 (6): 27–32. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-27-32>

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.

Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных инфекций и инвазий в Рязанской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье рассматриваются вопросы актуальности количественной оценки уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости в Рязанской области за пятилетний период. Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска представляют собой возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, передающихся с пищевой продукцией, которые могут являться возбудителями особо опасных инфекций, острых кишечных инфекций, пищевых токсикоинфекций или являться источником пищевых отравлений (экзо- и эндотоксины).

Методы. В ходе проведения исследований нами применялись статистические методы анализа и оценки циклических тенденций заболеваемости, прогнозирование динамики заболеваемости, сопоставление динамики заболеваемости с динамикой алиментарно-обусловленных факторов биологического риска.

Результаты. Для количественной оценки уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости в Рязанской области проводилась трёхэтапная эпидемиологическая диагностика, включающая в себя этап сбора и анализа статистической информации, описательный и аналитический этап. Результаты проведённого нами анализа за пятилетний период показали, что наибольшую опасность в настоящее время с точки зрения пищевой безопасности несут в себе факторы риска бактериальной этиологии: бактерии золотистого стафилококка ($УР_{эпид} = 365,572$), диареегенные сероварианты эшерихий и бактерий группы кишечной палочки ($УР_{эпид} = 367,230$), а также различные сероварианты сальмонеллы ($УР_{эпид} = 371,161$).

Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-related infections and invasions in the Ryazan region

ABSTRACT

Relevance. The article deals with the relevance of a quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused factors according to the epidemiological indicators of infectious morbidity in the Ryazan region over a five-year period. Alimentary-caused biological risk factors are pathogens of infectious and parasitic diseases of various etiologies transmitted with food products, which can be the causative agents of especially dangerous infections, acute intestinal infections, food poisoning or be a source of food poisoning.

Methods. In the course of the research, we used statistical methods for analyzing and assessing cyclical trends in morbidity, predicting the dynamics of morbidity, comparing the dynamics of morbidity with the dynamics of alimentary-related biological risk factors.

Results. To quantify the level of biological risk for alimentary-related factors according to the epidemiological indicators of infectious morbidity in the Ryazan region, three-stage epidemiological diagnostics was carried out, including the stage of collecting and analyzing statistical information, a descriptive and analytical stage. The results of our analysis over a five-year period showed that the greatest danger at present in terms of food safety is posed by risk factors of bacterial etiology: *Staphylococcus aureus* bacteria ($УР_{эпид} = 365,572$), diarrheagenic serovariants of *Escherichia* and bacteria of the *Escherichia coli* group ($УР_{эпид} = 367,230$), as well as various *Salmonella* serovariants ($УР_{эпид} = 371,161$).

Поступила в редакцию: 28 марта 2022

Одобрена после рецензирования: 3 мая 2022

Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 28 march 2022

Accepted in revised form: 3 may 2022

Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Алиментарно-зависимые заболевания представляют собой спектр заразных и незаразных болезней человека, обусловленных приёмом пищи [1]. Ежегодно эта группа заболеваний уносит множество жизней [2]. Медицинские наблюдения разных стран показывают, что мировыми лидерами летальности являются так называемые «болезни цивилизации», к которым относятся в том числе и алиментарно-зависимые болезни человека [3, 4, 5].

Алиментарно-зависимые заболевания (по МКБ-10) включают в себя: алиментарно-обусловленные инфекционные и паразитарные заболевания, пищевые отравления микробной и немикробной этиологии (включая микозы и микотоксикозы, отравления химикатами, ядовитыми грибами, растениями и продуктами животного происхождения), болезни недостаточного и избыточного питания (включая нарушения пищевого статуса и злоупотребление алкоголем), врождённые нарушения обмена нутриентов, пищевые аллергии и непереносимости [6, 7, 8].

Причиной возникновения и распространения алиментарно-зависимых заболеваний являются различные группы факторов, включая алиментарно-обусловленные факторы биологического риска [9, 10].

Алиментарно-обусловленные факторы биологического риска представляют собой возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний различной этиологии, передающихся с пищевой продукцией (включая питьевую бутилированную воду), которые могут являться возбудителями особо опасных инфекций, острых кишечных инфекций, пищевых токсикоинфекций или являться источником пищевых отравлений (экзо- и эндотоксины).

Вышеозначенные возбудители находятся на стыке всех трёх групп факторов риска заболеваемости людей: биологической, социальной и природно-климатической. При этом к биологической и социальной группам отношение является прямым, а к природно-климатической — косвенным. Рассмотрим их более подробно.

По признаку происхождения (как возбудители заболеваний) алиментарно-обусловленные факторы относятся к биологической группе факторов риска заболеваемости человека.

С точки зрения критерия распространения (алиментарный путь передачи) алиментарно-обусловленные факторы относятся к социальной группе факторов риска заболеваемости человека [11, 12, 13, 14].

Характер источника инфекции (сапронозы, сапрозоозы, сапро-антропонозы) позволяет сделать вывод, что рассматриваемые нами возбудители косвенно относятся к природно-климатической группе факторов риска заболеваемости человека.

При сапронозах основным источником инфекции являются субстраты внешней среды (почва, вода, растения, трупы), которые могут быть как резервуаром инфекции, так и временным пристанищем на стадии пребывания возбудителя во внешней среде, откуда они попадают затем в пищевую продукцию, реализуя пищевой путь передачи (рис. 1).

Также природно-климатические особенности могут оказывать влияние на процессы изменчивости (возникновение мутаций, латентных и устойчивых форм) [16].

Материалы и методы

С целью количественной оценки уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости в Рязанской области проводилась трёхэтапная эпидемиологическая диагностика, включающая в себя этап сбора и анализа статистической информации, описательный и аналитический этап.

При анализе информации и отборе возбудителей инфекции нами учитывался не только алиментарный (пищевой) путь передачи, но и фактор опасности и распространённости вызываемых заболеваний.

Исследования проводились на материалах внутренней статистической отчётности по инфекционным и паразитарным заболеваниям за пятилетний период (2017–2021 гг.) по Рязани и Рязанской области, предоставленных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» [17].

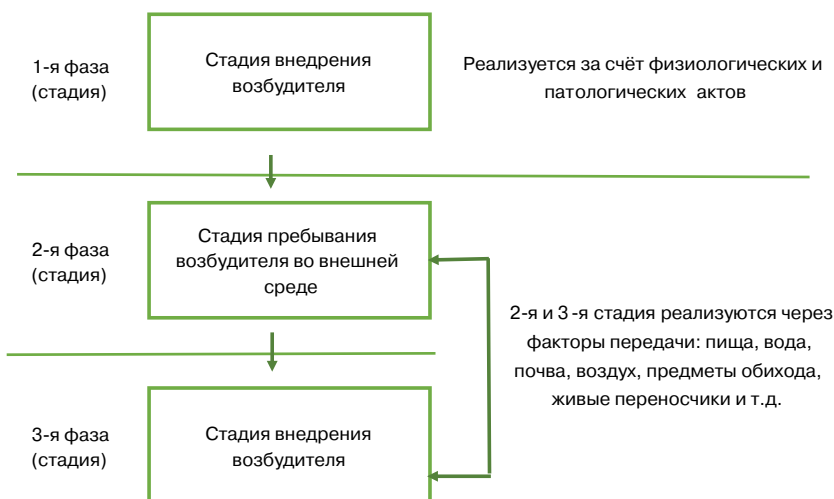
Выборка охватывает все категории населения Рязани и Рязанской области, у которых по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы были зарегистрированы заболевания, вызванные факторами биологического риска, значимыми при производстве и переработке продуктов питания, включая острые кишечные инфекции и пищевые токсикоинфекции.

В анализируемый перечень вошли следующие факторы риска разнообразной этиологии:

— бактериальной этиологии (*bacterial aetiology*): *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. avium*, бактерии родов *Campylobacter* (*C. coli*, *C. jejuni*, *C. intestinalis*, *C. upsaliensis*, *C. lari*, *C. fetus*, *C. sputorum*), *Brucella* (*B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*), *Leptospira* (*L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. hebdomadis*, *L. grippothyphosa*, *L. tarassovi*, *L. pomona*), *Shigella* (*S. dysenteriae*, *S. boydii*, *S. flexneri*, *S. sonnei*), *Escherichia* (диарейные серовары *E. coli*), БГКП (роды *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*), *Salmonella* (*S. newport*, *S. agona*, *S. typhimurium*, *S. infantis*, *S. enterica*, *S. derby*, *S. enteritidis*, *S. london*, *S. typhi*, *S. paratyphi* A, B), *Yersinia* (*Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*), *Vibrio* (*V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus*), *Proteus* (*P. vulgaris*, *P. mirabilis*), *Listeria monocytogenes*,

Рис. 1. Схема механизма передачи факторов биологического риска [16]

Fig. 1. Scheme of the mechanism of transmission of biological risk factors [16]



Francisella tularensis, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* (типы A, B, C, D, E, F), *Clostridium perfringens* (типы A, C, D), *Bacillus cereus*;

— вирусной этиологии (*viral aetiology*): вирус ящура, вирус гепатита A, вирусы рода *Rotavirus* семейства *Reoviridae*, вирус *Norwalk* рода *Norovirus* семейства *Caliciviridae*;

— протозойной этиологии (*protozoan aetiology*): *Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma gondii*, *Lamblia* (*Giardia*) *intestinalis*, *Cryptosporidium parvum*;

— гельминтозной этиологии (*helminthica aetiology*): *Taeniarhynchus saginatus*, *Taenia solium*, *Hymenolepis nana*, гельминты подсемейства *Echinococcine* (*E. granulosus*, *E. multilocularis*), гельминты родов *Diphyllobothrium* (*D. latum*), *Opisthorchis* (*O. felinus* и *O. viverrini*), *Fasciola* (*F. hepatica* и *F. gigantica*), *Trichinella* (*T. spiralis*, *T. pseudospiralis*), *Ascaris lumbricoides*, *Trichocephalus trichiuris* (*Trichuris trichiura*), *Enterobius vermicularis*.

В аналитический перечень в том числе вошли шестнадцать факторов риска бактериальной этиологии, из которых 31,25% являются возбудителями особо опасных инфекций (туберкулёза, бруцеллеза, туляремии, листериоза и лептоспироза) и 68,75% — возбудителями острых кишечных и пищевых токсикоинфекций, широко распространенных по всему миру.

В ходе проведения исследований нами применялись статистические методы анализа и оценки циклических тенденций заболеваемости, методы прогнозирования динамики заболеваемости, методы сопоставления динамики заболеваемости с динамикой алиментарно-обусловленных факторов биологического риска, методы ранжирования и балльно-рейтинговой оценки, классические методы микробиологической диагностики и анализа методом ПЦР. Анализ данных был проведён с помощью программ «MS Excel» и «Statistica».

Оценка риска производилась по следующим критериям:

1) заболеваемость в отчётном году (2021 г.) и за период (всего за 2017–2021 гг.): 1 балл — 10 человек в абсолютных числах (К), 1 человек на 100 тыс. населения (П);

2) динамика заболеваемости за отчётный год и год, предшествующий отчётному (2020–2021 гг.), и за период (2017–2021 гг.):

0 баллов — снижение показателя;

1 балл — 5 человек в абсолютных числах, 1 человек на 100 тыс. населения;

1 балл — 10% (единый показатель, расчёт ведётся по наибольшему проценту);

30 баллов — вспышка заболеваемости.

Эпидемиологический уровень риска характеризуются по следующей шкале:

до 10 баллов — очень низкий уровень риска;

11–50 баллов — низкий уровень риска;

51–100 баллов — средний уровень риска;

101–200 баллов — высокий уровень риска;

свыше 200 — очень высокий уровень риска.

Результаты и их обсуждение

Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости в Рязанской области представлена на рис. 2–6.

Факторы риска, имеющие очень низкий количественный уровень эпидемиологического риска по показателям инфекционной заболеваемости, представлены на рис. 2.

Рис. 2. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости (очень низкий уровень риска)

Fig. 2. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-related factors according to epidemiological indicators of infectious morbidity (very low risk level)

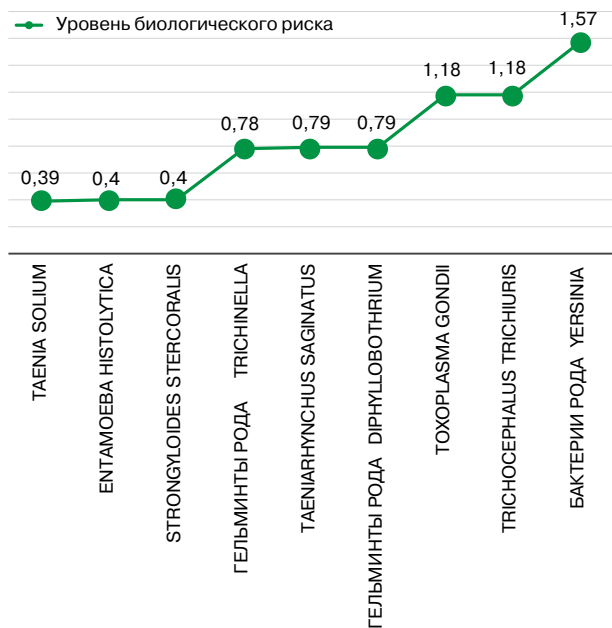


Рис. 3. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости (низкий уровень риска)

Fig. 3. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused factors according to epidemiological indicators of infectious morbidity (low risk level)

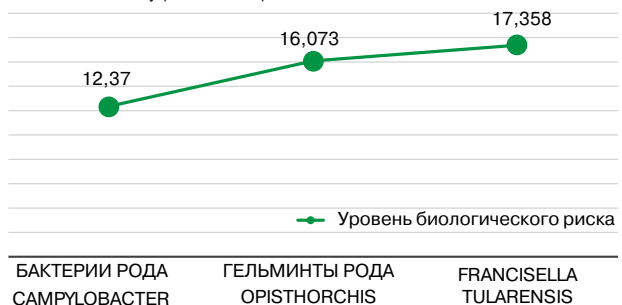


Рис. 4. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости (средний уровень риска)

Fig. 4. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused factors according to epidemiological indicators of infectious morbidity (medium risk level)

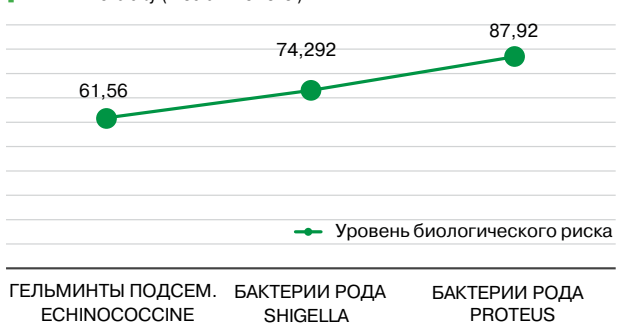


Рис. 5. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости (очень низкий уровень риска)

Fig. 5. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused factors according to epidemiological indicators of infectious morbidity (high risk level)

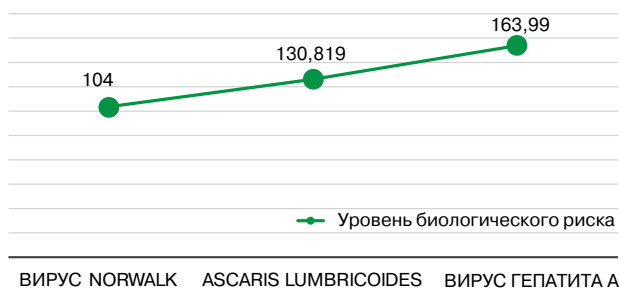


Рис. 6. Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости (очень высокий уровень риска)

Fig. 6. Quantitative assessment of the level of biological risk for alimentary-caused factors according to epidemiological indicators of infectious morbidity (very high risk level)



Анализ рис. 2 показывает, что очень низкий уровень эпидемиологического риска по показателям инфекционной заболеваемости имеют свиной цепень ($УР_{эпид} = 0,39$), возбудители амебиаза и стронгилоидоза ($УР_{эпид} = 0,40$), трихинеллёза ($УР_{эпид} = 0,78$). Бычий цепень и лентец широкий имеют равный уровень риска ($УР_{эпид} = 0,79$), аналогично возбудителям токсоплазмоза и трихоцефаллёза ($УР_{эпид} = 1,18$).

Пограничный с низким уровень биологического риска имеют возбудители лептоспироза ($УР_{эпид} = 8,25$).

Анализ рис. 3 показывает, что низкий уровень эпидемиологического риска имеют кампилобактерии ($УР_{эпид} = 12,37$), возбудители описторхоза ($УР_{эпид} = 16,073$) и туляремии ($УР_{эпид} = 17,358$).

Анализ рис. 4 показывает, что средний уровень эпидемиологического риска имеют возбудители эхинококкоза ($УР_{эпид} = 61,56$), бактериальной дизентерии ($УР_{эпид} = 74,292$) и протейной инфекции ($УР_{эпид} = 87,92$).

Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной за-

болеваемости, имеющих высокий уровень риска, представлена на рис. 5.

Анализ рис. 5 показывает, что высокий уровень эпидемиологического риска имеют возбудители норвирусной инфекции ($УР_{эпид} = 104,0$), аскаридоза ($УР_{эпид} = 130,819$) и вирусного гепатита А ($УР_{эпид} = 163,99$).

Количественная оценка уровня биологического риска для алиментарно-обусловленных факторов по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости, имеющих очень высокий уровень риска, представлена на рис. 6.

Анализ рис. 6 показывает, что наиболее высокий уровень эпидемиологического риска имеют микобактерии туберкулёза ($УР_{эпид} = 1481,492$); возбудители лямблиоза ($УР_{эпид} = 1224,498$) и энтеробиоза ($УР_{эпид} = 1221,103$) имеют практически равный уровень риска. Также очень высокий уровень риска имеют и возбудители ротавирусной инфекции ($УР_{эпид} = 515,665$).

Возбудители острых кишечных инфекций также имеют сходный и достаточно высокий уровень эпидемиологического риска, находящийся в диапазоне от 365,572 до 371,161 для возбудителей стафилококкозов ($УР_{эпид} = 365,572$), эшерихиозов ($УР_{эпид} = 367,230$) и сальмонеллёзов ($УР_{эпид} = 371,161$).

Таким образом, алиментарно-зависимые заболевания, вызываемые 27,78% из включённых нами в перечень алиментарно-обусловленных факторов биологического риска, являются малозначимыми для выборки по Рязанской области, 27,78% имеют очень низкий уровень риска, 8,33% — низкий уровень риска, 8,33% — средний, 8,33% — высокий, 19,44% — очень высокий уровень биологического риска.

Анализ структуры заболеваемости, вызванной факторами биологического риска, значимыми при производстве и переработке продуктов питания, за период с 2017 года по 2021 год показал, что преобладающие доли приходятся на заболевания, вызванные факторами биологического риска бактериальной и неустановленной этиологии.

В 2021 году по сравнению с 2017 годом доля заболеваний, вызванных рисками неустановленной этиологии, увеличилась почти в 2 раза, за пятилетний период доля данных рисков также является наибольшей — 45,38%. Возрастание доли заболеваний этой категории связано с биологическими особенностями возбудителей, устареванием материально-технической базы лабораторий, изменчивостью, в том числе и L-формами бактерий, образующимися при воздействии L-трансформирующих агентов — антибиотиков (пенициллина, полимиксина, бацитрацина, ванкомицина, стрептомицина и др.), аминокислот (глицина, метионина, лейцина и др.), ферментов лизозима, ультрафиолетовых и рентгеновых лучей, при нахождении в нетипичном хозяине, иммунном организме или неблагоприятных условиях окружающей среды.

Необходимо отметить, что анализ структуры заболеваемости, вызванной факторами биологического риска, значимыми при производстве и переработке продуктов питания за период с 2017 года по 2021 год показывает, что преобладающие доли приходятся на заболевания, вызванные факторами биологического риска бактериальной и неустановленной этиологии.

Возрастание доли заболеваний этой категории связано с биологическими особенностями возбудителей, устареванием материально-технической базы лабораторий, изменчивостью, в том числе и L-формами бактерий, образующимися при воздействии L-транс-

формирующих агентов - антибиотиков (пенициллина, полимиксина, бацитрацина, ванкомицина, стрептомицина и др.), аминокислот (глици-на, метионина, лейцина и др.), фермента лизоцима, ультра-фиолетовых и рентгеновских лучей, при нахождении в нетипичном хозяине, иммунном организме или неблагоприятных условиях окружающей среды.

Также одной из причин, осложняющих диагностику заболеваемости при кишечных инфекциях и пищевых токсикозах, является склонность части населения к «самолечению» ввиду неблагоприятных социально-экономических условий проживания. В некоторых районах Рязанской области у населения отсутствует возможность пройти ПЦР-диагностику в своём населённом пункте, что приводит к тому, что инфицированные в лучшем случае обращаются к фельдшеру, в худшем — самостоятельно принимают средства из списка ЖНВЛП [18]. Также в категорию риска попадают социально-незащищённые слои населения, финансовое положение которых не позволяет оплатить полный спектр анализов, необходимый для диагностики возбудителя.

Проблема идентификации возбудителей алиментарно-обусловленных заболеваний может быть решена путём повышения экономической и физической доступности проведения ПЦР-диагностики для широких слоёв населения. Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области применяет широкий спектр мер, стимулирующих

население Рязани и Рязанской области обращаться за помощью к специалистам, ведёт просветительскую работу по вопросам профилактики алиментарно-обусловленных заболеваний на сайте организации.

Выводы

Из рассмотренных нами 36 алиментарно-обусловленных факторов биологического риска 27,78% являются малозначимыми для выборки по Рязанской области, 27,78% имеют очень низкий уровень риска, 8,33% — низкий уровень риска, 8,33% — средний, 8,33% — высокий и 19,44% имеют очень высокий уровень биологического риска по эпидемиологическим показателям инфекционной заболеваемости.

Результаты проведённого нами анализа за пятилетний период наглядно показывают, что наибольшую опасность в настоящее время с точки зрения пищевой безопасности несут в себе факторы риска бактериальной этиологии: бактерии золотистого стафилококка ($УР_{эпид} = 365,572$), диареогенные сероварианты эшерихий и бактерий группы кишечной палочки ($УР_{эпид} = 367,230$), а также различные сероварианты сальмонеллы ($УР_{эпид} = 371,161$), которые вызывают острые кишечные инфекции, имеющие свойства быстрого распространения и поражения большого количества людей, что делает их значимой угрозой пищевой безопасности на территории Рязанской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конкина, В. С. Моделирование процессов импортозамещения на рынке продовольствия / В. С. Конкина // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – № 10. – С. 37-41.
2. Кострова, Ю. Б. Проблемы развития рынка органической продукции в РФ / Ю. Б. Кострова, А. Б. Мартынушкин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(60). – С. 252-255.
3. Кострова, Ю. Б. К вопросу о развитии сертификации органической продукции в РФ / Ю. Б. Кострова, О. Ю. Шибаршина // Столыпинский вестник. – 2020. – Т. 2. – № 3. – С. 11.
4. Новак, М. Д. Смешанные инвазии крупного рогатого скота в Центральном районе Российской Федерации (эпизоотология, диагностика) / М. Д. Новак // Российский паразитологический журнал. – 2010. – № 2. – С. 60-64.
5. Кострова, Ю. Б. Исследование мотивов потребления органических продуктов / Ю. Б. Кострова // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2021. – № 3(38). – С. 59-64.
6. Новак, М. Д. Эффективность антибиотиков Азицилин и ципровет-пульмо при гельминтозах и протозойных инвазиях молодняка животных / М. Д. Новак, С. В. Енгашев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 50. – С. 157-159.
7. Научная революция в микробиологии и ее значение для практики / Д. Г. Тюрина, Г. Ю. Лаптев, Н. И. Новикова [и др.] // Аграрная наука. – 2020. – № 9. – С. 37-42.
8. Пацюк, Л. К. Анализ основных видов сырья по биохимическому составу, используемых для создания функциональных продуктов / Л. К. Пацюк, Н. М. Алабина, Т. В. Федосенко // Аграрная наука. – 2018. – № 11-12. – С. 49-53.
9. Antunes P, Novais C, Peixe L. Food-to-Humans Bacterial Transmission. Microbiol Spectr. 2020 Jan;8 (1). doi: 10.1128/microbiolspec.MTBP-0019-2016. PMID: 31950894.
10. Jodełko A, Szymańska-Czerwińska M, Kycko A, Niemczuk K. Evaluation of the Possibility of C. Burnetii Transmission by the Alimentary Route in a Guinea Pig Model. J Vet Res. 2019

Sep 13;63(3):311-315. doi: 10.2478/jvetres-2019-0055. PMID: 31572809; PMCID: PMC6749735.

11. Stevens MP, Humphrey TJ, Maskell DJ. Molecular insights into farm animal and zoonotic Salmonella infections. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2009 Sep 27;364(1530):2709-23. doi: 10.1098/rstb.2009.0094. PMID: 19687040; PMCID: PMC2865095.
12. Mabbott NA. How do PrPSc Prions Spread between Host Species, and within Hosts? Pathogens. 2017 Nov 24;6(4):60. doi: 10.3390/pathogens6040060. PMID: 29186791; PMCID: PMC5750584.
13. Novais C, Coque TM, Sousa JC, Baquero F, Peixe L; Portuguese Resistance Study Group. Local genetic patterns within a vancomycin-resistant Enterococcus faecalis clone isolated in three hospitals in Portugal. Antimicrob Agents Chemother. 2004 Sep;48(9):3613-7. doi: 10.1128/AAC.48.9.3613-3617.2004. PMID: 15328141; PMCID: PMC514734.
14. Novais C, Sousa JC, Coque TM, Peixe LV; Portuguese Resistance Study Group. In vitro activity of daptomycin against enterococci from nosocomial and community environments in Portugal. J Antimicrob Chemother. 2004 Nov;54(5):964-6. doi: 10.1093/jac/dkh432. Epub 2004 Sep 16. PMID: 15375109.
15. Малов, В. А. Ботулинотерапия и ятрогенный ботулизм: взгляд инфекциониста на проблему / В. А. Малов, В. В. Малеев, В. И. Покровский // Инфекционные болезни. – 2019. – Т. 17. – № 4. – С. 55-61.
16. Буаро, М. И. Комплексная оценка эпидемической ситуации в Гвинейской Республике / М. И. Буаро, Е. Г. Симонова, В. И. Покровский // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2019. – Т. 18. – № 5. – С. 56-62.
17. Официальный сайт ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» (электронный ресурс) - Режим доступа: <http://cgie.62.rospotrebnadzor.ru/>
18. Распоряжение Правительства РФ от 12.10.2019 № 2406-р «Об утверждении перечня жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов на 2020 год» с изменениями, внесенными распоряжением Правительства РФ от 23 декабря 2021 г. № 3781-р, вступающими в силу с 1 января 2022 года (электронный ресурс) - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335635/

REFERENCES

1. Konkina, V. S. Modeling of import substitution processes in the food market / V. S. Konkina // Economics of agricultural and processing enterprises. - 2019. - No. 10. - P. 37-41 (In Russ.).
2. Kostrova, Yu. B. Problems of development of the market of organic products in the Russian Federation / Yu. B. Kostrova, A. B. Martynushkin // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. - 2020. - No. 1 (60). - P. 252-255 (In Russ.).
3. Kostrova, Yu. B. To the question of the development of certification of organic products in the Russian Federation / Yu. B. Kostrova, O. Yu. Shibarschina // Stolypinskiy vestnik. - 2020. - T. 2. - No. 3. - P. 11 (In Russ.).
4. Novak, M. D. Mixed invasions of cattle in the Central region of the Russian Federation (epizootology, diagnostics) / M. D. Novak // Russian Journal of Parasitology. - 2010. - No. 2. - P. 60-64 (In Russ.).
5. Kostrova, Yu. B. Study of the motives for the consumption of organic products / Yu. B. Kostrova // Bulletin of the Moscow University. S.Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. - 2021. - No. 3(38). - P. 59-64 (In Russ.).
6. Novak, M. D. Efficacy of antibiotics Azicycline and ciprovet-pulmo in helminthiasis and protozoan invasions of young animals / M. D. Novak, S. V. Engashev // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2014. - No. 50. - P. 157-159 (In Russ.).
7. Scientific revolution in microbiology and its significance for practice / D. G. Tyurina, G. Yu. Laptev, N. I. Novikova [et al.] // Agricultural Science. - 2020. - No. 9. - P. 37-42 (In Russ.).
8. Patsyuk, L. K., Alabina N. M., Fedosenko T. V. Analysis of the main types of raw materials by biochemical composition used to create functional products. - 2018. - No. 11-12. - P. 49-53 (In Russ.).
9. Antunes P, Novais C, Peixe L. Food-to-Humans Bacterial Transmission. Microbiol Spectr. 2020 Jan;8 (1). doi: 10.1128/microbiolspec.MTBP-0019-2016. PMID: 31950894.
10. Jodełko A, Szymańska-Czerwińska M, Kycko A, Niemczuk K. Evaluation of the Possibility of C. Burnetii Transmission by the Alimentary Route in a Guinea Pig Model. J Vet Res. 2019 Sep 13;63(3):311-315. doi: 10.2478/jvetres-2019-0055. PMID: 31572809; PMCID: PMC6749735.

ОБ АВТОРАХ:

Ляшук Юлия Олеговна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории цифровых систем и роботизированных технических средств в молочном животноводстве E-mail: ularzn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3612-1707

Тетерин Владимир Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории механизации и возделывания картофеля, отдела механизации возделывания и уборки пропашных культур, E-mail: v.s.teterin@mail.ru ORCID: 0000-0001-8116-723X

Панферов Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории механизации и возделывания картофеля, отдела механизации возделывания и уборки пропашных культур, E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru ORCID: 0 0000-0001-7431-7834

Овчинников Алексей Юрьевич, младший научный сотрудник лаборатории механизации и возделывания картофеля, отдела механизации возделывания и уборки пропашных культур, E-mail: aleksovchinn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2188-1527

ABOUT THE AUTHORS:

Lyashchuk Yuliya Olegovna, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Digital Systems and Robotic Technical Means in Dairy Farming E-mail: ularzn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3612-1707

Teterin Vladimir Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Mechanization and Cultivation of Potatoes, Department of Mechanization of Cultivation and Harvesting of Row Crops, E-mail: v.s.teterin@mail.ru ORCID: 0000-0001-8116-723X

Panferov Nikolai Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Mechanization and Cultivation of Potatoes, Department of Mechanization of Cultivation and Harvesting of Row Crops, E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru ORCID: 0 0000-0001-7431-7834

Ovchinnikov Aleksey Yurievich, Junior Researcher, Laboratory of Mechanization and Cultivation of Potatoes, Department of Mechanization of Cultivation and Harvesting of Row Crops, E-mail: aleksovchinn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2188-1527

УДК 579.62

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-33-36>

исследования/ research

Савинов В.А.,
Овчинников Р.С.,
Лаишевцев А.И.,
Гулюкин А.М.,
Капустин А.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Рязанский проспект, д. 24, к. 1, г. Москва, 109428, Россия
E-mail: visik06@mail.ru

Ключевые слова: дерматофитозы, *M. canis*, *T. mentagrophytes*, диагностика, грибковые инфекции, калькофлюор, люминесцентная диагностика

Для цитирования: Савинов В.А., Овчинников Р.С., Лаишевцев А.И., Гулюкин А.М., Капустин А.В. Сравнение основных методов клинической и лабораторной диагностики дерматофитозов. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 33–36.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-33-36>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Vasily A. Savinov,
Roman S. Ovchinnikov,
Alexey I. Laishetsev,
Alexey M. Gulyukin,
Andrey V. Kapustin

Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, Ryazansky prospect, 24, building 1, Moscow, 109428, Russia E

с новой строки-mail: visik06@mail.ru

Key words: dermatophytoses, *M. canis*, *T. mentagrophytes*, diagnostics, fungal infections, calcofluor, luminescent diagnostics

For citation: Savinov V.A., Ovchinnikov R.S., Laishetsev A.I., Gulyukin A.M., Kapustin A.V. Comparison of the main methods of clinical and laboratory diagnostics of dermatophytosis. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 33–36. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-33-36>

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.

Сравнение основных методов клинической и лабораторной диагностики дерматофитозов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для диагностики дерматофитозов в практической деятельности врачей используется ряд методов, однако эффективность их различна. Целью исследования являлось сравнение различных способов клинической и лабораторной диагностики дерматофитозов.

Методы. На наличие дерматофитов было исследовано 54 клинических образца волос, отобранных от мелких домашних животных. Диагностику проводили с помощью лампы Вуда, прямой микроскопии, люминесцентной микроскопии с калькофлюором и с помощью посева на питательные среды — Сабуро и ДТМ.

Результаты. При посеве из 54 образцов шерсти удалось выделить 16 дерматофитов. Эффективность среды «ДТМ-Эксперт» составила 100%. На среде Сабуро выросло 13 (81,3%) дерматофитов, из них 2 посева были сильно загрязнены плесневыми грибами. При исследовании шерсти с помощью лампы Вуда удалось выявить 62,5% (10 из 16) положительных образцов. Ложноположительных — 16,7% (9 из 54). С помощью прямой микроскопии дерматофитозы подтвердили только в 56,3% (9 из 16) случаев. Ложноположительных результатов — 7,4% (4 из 54). Микроскопия с калькофлюором выявила возбудитель в 15 случаях, что составило 93,8%. При этом было 5 (9,3%) ложноположительных результатов.

Comparison of the main methods of clinical and laboratory diagnostics of dermatophytosis

ABSTRACT

Relevance. A number of methods are used to diagnose dermatophytosis in the practice of doctors, but their effectiveness varies. The aim of the study was to compare different methods of clinical and laboratory diagnosis of dermatophytosis.

Methods. 54 clinical hair samples taken from small pets were examined for the presence of dermatophytes. Diagnostics was carried out using a Wood lamp, direct microscopy, fluorescent microscopy with calcofluor, and by sowing on nutrient environment — Saburo and DTM.

Results. When sowing, 16 dermatophytes were isolated from 54 wool samples. The efficiency of the “DTM-Expert” environment was 100%. 13 (81.3%) dermatophytes grew on the Saburo environment, of which 2 crops were heavily contaminated with mold fungi. In the study of wool with the help of Wood's lamp, 62.5% (10 out of 16) of positive samples were detected. False positive — 16.7% (9 out of 54). Using direct microscopy, dermatophytoses were confirmed only in 56.3% (9 out of 16) of cases. False positive results — 7.4% (4 out of 54). Microscopy with calcofluor revealed the causative agent in 15 cases, which is 93.8%. At the same time, there were 5 (9.3%) false positive results.

Поступила в редакцию: 15 мая 2022
Одобрена после рецензирования: 29 мая 2022
Принята к публикации: 17 июня 2022

Received: 15 may 2022
Accepted in revised form: 29 may 2022
Accepted for publication: 17 june 2022

Введение

Часто практикующие ветеринарные врачи во время работы встречаются с животными, имеющими заболевания кожи. Для дифференциации кожных патологий существуют различные инструменты и методы. Дерматофитозы довольно редко имеют классическую клиническую картину — круглая алопеция, выпадение шерсти, шелушение кожи, иногда присутствие зуда и воспаления. Для подтверждения диагноза необходимо проведение дополнительных лабораторных исследований, независимо от опыта доктора. На практике чаще всего используется прямая микроскопия шерсти, при этом чувствительность метода будет зависеть от степени поражения — при ярко выраженных клинических признаках заболевания обнаружение возбудителя не вызывает затруднений. Однако при миконосительстве спор может быть небольшое количество, и их можно выявить не только на корне волоса [1].

Также существует модификация прямой микроскопии с использованием люминесцирующего агента калькофлюора белого. Грибы при взаимодействии с красителем и раствором щелочи поглощают калькофлюор, и при использовании люминесцентной микроскопии можно наблюдать голубое или зеленое свечение грибных элементов. Метод высокочувствительный, но для его использования необходимо иметь люминесцентный микроскоп и люминесцирующий агент [2].

Другой экспресс-метод, применяемый врачами-клиницистами непосредственно при оказании помощи, — использование ультрафиолетовой лампы с фильтром Вуда. Результаты позволяют при первичном осмотре животного подтвердить диагноз по наличию флуоресценции участка волоса. Как и при микроскопии, отрицательный результат при использовании лампы Вуда не исключает наличие возбудителя [3, 4].

Для подтверждения диагноза врачи могут передать шерсть в лабораторию, где с помощью ряда методов могут определить наличие дерматофитов. В современной диагностике возбудителей болезней, включая дерматофитозы, наиболее точными и эффективными являются молекулярно-генетические методы, прежде всего ПЦР-диагностика [5, 6]. Несмотря на явные преимущества в скорости и точности исследования, метод остается малодоступным, а высокая чувствительность может показывать ложноположительные результаты при наличии в материале нежизнеспособных дерматофитов. Кроме того, могут возникнуть затруднения при выделении ДНК грибов.

Наиболее распространенным лабораторным диагностическим методом для подтверждения дерматофитозов является микологический посев на питательные среды [7]. Существует несколько вариантов сред для выделения возбудителя. Классическая среда Сабуро используется для культивирования практически всех грибов-микромикетов. Часто при посеве клинического материала на среду Сабуро вырастают не только дерматофиты, но и грибы-контаминанты, которые растут быстрее, чем дерматофиты. Модифицировать эту среду можно добавлением в ее состав циклогексимида, который частично или полностью ингибирует рост плесеней, не влияя на рост дерматофитов. Установить принадлежность выросших грибов к дерматофитам можно только по морфологии спороносящих органов, которые в среднем появляются к 10–14-му дню. Это значительно замедляет время постановки диагноза и требует высокой квалификации лаборантов-исследователей.

Для ускоренной диагностики дерматофитозов была предложена среда ДТМ (DTM — *Dermatophyte Test Medium*), в состав которой входят среда Сабуро, циклогексимида и индикатор уровня pH [8]. Особенность трофики дерматофитов — использование в качестве источника энергии в первую очередь пептонов, а плесневые грибы используют углеводы. После переваривания белков в среду выделяются щелочные метаболиты, pH сдвигается в щелочную сторону и индикатор меняет цвет. Характерная колония белого цвета и изменение цвета среды дает основание подтвердить рост дерматофита. Как правило, изменение цвета происходит на 7–10-е сутки [9]. Кроме основных преимуществ, по сравнению с посевами на другие среды, среду ДТМ можно использовать в клиниках при отсутствии контакта врача с культурой гриба.

Цель исследования — сравнение различных методов диагностики дерматофитозов. В соответствии с целью были сформулированы следующие задачи: 1) практическое применение различных методов для лабораторной диагностики дерматофитозов; 2) сравнительный анализ данных методов с оценкой их эффективности.

Материалы и методы

Патологический материал собирали от мелких домашних животных (кошек и собак), имеющих симптомы дерматофитозов. Волосы с корнем выщипывали пинцетом по краям алопеций. Собрано 54 образца волос, которые были исследованы следующими методами.

Диагностика с помощью лампы Вуда. Использовали лампу с фильтром Вуда в диапазоне длины волны 368–371 нм. Исследование проводили в темном помещении, предварительно прогревая лампу не менее 5 минут. Результат считали положительным, если шерсть имела люминесцентное свечение.

Прямая микроскопия. Для приготовления препарата с помощью скальпеля отделяли корень волоса, помещали его на предметное стекло, добавляли каплю щелочи (15%-ный раствор NaOH). Далее накрывали покровным стеклом, короткое время прогревали над пламенем горелки, и спустя 10 минут проводили микроскопию при увеличении 200х. При необходимости детального рассмотрения препарата использовали увеличение 400х. Результат считали положительным, если обнаруживали артроспоры и/или мицелий грибов.

Люминесцентная микроскопия с калькофлюором. Приготовление препарата из шерсти производили аналогично прямой микроскопии. По инструкции производителя красителя к одной капле 10%-ной щелочи добавляли одну каплю “BactiDrop Calcofluor White” (“Remel”, USA). Накрывали покровным стеклом и проводили микроскопию на люминесцентном микроскопе с флуоресцирующим фильтром в диапазоне 400–500 нм. Результат считали положительным при обнаружении светящихся артроспор и/или мицелия грибов.

Посев на среды. Материал для посева измельчали с помощью скальпеля. В чашке/флаконе со средой размещали по 3–4 участка волоса в двух взаимно противоположных местах. Инкубировали при температуре $28 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 21 суток. В исследовании использовали среду Сабуро производства «HiMedia Laboratories Pvt. Limited» (India) и «ДТМ-Эксперт» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Россия). Посев на среде Сабуро считали положительным, если вырастала типичная колония дерматофита, а при микроскопии культуры обнаруживали типичные макро- и микроконидии. Посев на среду «ДТМ-Эксперт» считали положительным, если на среде вырастала ко-

лония белого или кремового цвета, а цвет среды менялся с желтого на красный. Учет результатов на среде «ДТМ-Эксперт» проводили в соответствии с инструкцией изготовителя.

Поскольку выделение чистой культуры дерматофита считается референсным методом подтверждения дерматофитозов, диагностическую эффективность всех методов оценивали относительно посевов на среду «ДТМ-Эксперт».

Результаты

При посеве 54 образцов шерсти удалось выделить 16 дерматофитов. Почти все выделенные дерматофиты принадлежали роду *Microsporum*.

Большинство из них относились к виду *M. canis*. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Эффективность среды «ДТМ-Эксперт» составила 100% (рис. 1). В среднем изменение цвета регистрировали на 8–10-е сутки роста. В одном посеве наблюдали рост культуры, но изменение цвета не произошло даже спустя 21 сутки. Культуру по результатам микроскопии идентифицировали как *Nannizzia (Microsporum) persicolor*. Количество ложноположительных изменений цвета среды составило 5,6% (3 из 54). Во всех случаях изменение вызывали плесени из рода *Alternaria*.

На среде Сабуро выросло 13 (81,3%) дерматофитов, из них 2 посева были сильно загрязнены плесневыми грибами. Отрицательными по дерматофитам были 13 посевов, к 7-му дню они полностью зарастали плесенью. Чаще всего вырастали *Alternaria sp.* — в 8 случаях, реже *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.* и *Aspergillus sp.*, в одном посеве был обнаружен рост *Trichothecium sp.*

При исследовании шерсти с помощью лампы Вуда удалось выявить 62,5% (10 из 16) положительных образцов и 16,7% (9 из 54) ложноположительных.

С помощью прямой микроскопии дерматофитозы подтвердили только в 56,3% (9 из 16) случаев. Ложноположительных результатов — 7,4% (4 из 54) (рис. 2).

Таблица 1. Результаты диагностики дерматофитозов различными методами

Table 1. Results of detecting dermatophytosis by different methods

	Лампа Вуда	Прямая микроскопия	Люминесцентная микроскопия с калькофлюором	Посев на Сабуро	Посев на ДТМ-Эксперт
Положительных образцов	10 (62,5%)	9 (56,3%)	15 (93,8%)	13 (81,3%)	16 (100%)
Ложноотрицательных образцов	9 (16,7%)	4 (7,4%)	5 (9,3%)	–	3 (5,6%)
Всего положительных образцов			16		
Всего образцов			54		

Рис. 1. Рост дерматофитов на 6-е сутки на среде «ДТМ-Экспресс»

Fig. 1. Growth of dermatophytes on the "DTM-Expert" environment (6th day)

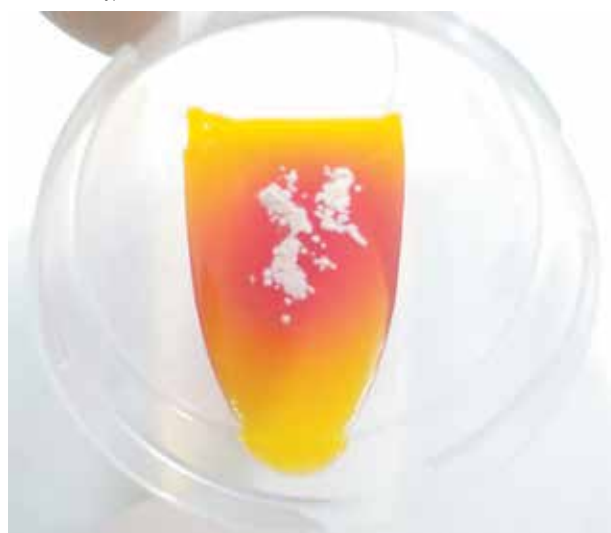


Рис. 2. Прямая микроскопия волоса. Увеличение x200

Fig. 2. Direct microscopy of the hair. Magnification x200.



Рис. 3. Микроскопия волоса с использованием калькофлюора белого. Увеличение x200

Fig. 3. Luminescent microscopy with calcofluor white. Magnification x200



Микроскопия с калькофлюором выявила возбудитель в 15 случаях, что составило 93,8%. При этом было 5 (9,3%) ложноположительных результатов (рис. 3).

Наиболее высокую диагностическую эффективность в исследовании показали два метода: посев на «ДТМ-Эксперт» и люминесцентная микроскопия шерсти с использованием калькофлюора белого, эффективность этих методов составила 100% и 93,8% соответственно, что согласуется с другими подобными исследованиями [8–12]. Однако несмотря на их высокую эффективность, они имеют и отрицательные стороны: на среде ДТМ иногда могут возникать ложноположительные изменения цвета. В данном случае следует иметь в виду цвет колоний: дерматофиты имеют белый или кремовый цвет. В исследовании все три ложноположительные реакции возникали на рост плесеней из рода *Alternaria*, которые имели темно-зеленый или коричневый цвет колоний. Помимо этого, изменение цвета при росте дерматофитов возникает не раньше 5–6-х суток после посева.

Заслуживает внимание выделение на среде ДТМ-Эксперт редкого вида дерматофита *Nannizzia (Microsporum) persicolor*. Возможно, данный случай является первым в ветеринарной практике на территории РФ.

Очевидно, что посев уступает по скорости диагностики другим экспресс-методам, прежде всего методу прямой микроскопии с использованием калькофлюора. Для проведения диагностики требуется микроскоп с люминесцентным блоком, что редко встречается в лабораториях. В нашем исследовании метод показал высокую эффективность, а ложноположительные результаты, вероятно, возникали из-за высокой чувствительности — метод позволяет обнаруживать споры не

только дерматофитов, но и других грибов. Чаще всего к ошибке приводят единичные споры, которые можно обнаружить на поверхности волоса. Большое скопление гиф и артроконидий практически всегда указывает на наличие возбудителя дерматофитозов.

Прямая микроскопия без красителя показала низкую эффективность, положительно подтвердив диагноз лишь в половине случаев. Метод также имеет низкую чувствительность, обнаружение единичных спор или гиф затруднено. Эффективность в большей мере зависит от опыта и навыков специалиста-исследователя.

Аналогичные результаты показал метод исследования шерсти с помощью лампы Вуда. Помимо низкой диагностической эффективности, в ходе исследования возникало много ложноположительных свечений шерсти, которые могли возникать по ряду причин.

Прямую микроскопию в КОН и тест с лампой Вуда следует использовать как вспомогательные методы при отборе наиболее подходящих образцов для посева.

Выводы

С учетом полученных результатов и сравнительной оценки эффективности методов диагностики дерматофитозов показано, что оптимальным вариантом представляется посев на среды ДТМ-типа, например «ДТМ-Эксперт». Данный метод является наиболее эффективным и доступным, прост в применении и интерпретации результатов, не требует дорогостоящего оборудования и специальной подготовки персонала.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-316-90064.

REFERENCES

1. Savinov VA, Kapustin AV, Ovchinnikov RS, Shastin PN, Laishevstev AI. Incidence and seasonal variation of pet dermatophytosis in Moscow region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science – IOP Publishing*. 2020;548(7): 072048.
2. Abdelrahman T, Bru VL, Waller J, Noacco G, Candolfi E. Dermatophytosis: comparison of the performance of calcofluor and potassium hydroxide 30% for the direct examination of skin scrapings and nails. *Journal de mycologie medicale*. 2006;16(2): 87-91.
3. Moriello K. Dermatophytosis in cats and dogs: a practical guide to diagnosis and treatment. *In Practice*. 2019;41(4): 138-147.
4. Begum J, Mir NA, Lingaraju MC, Buyamayum B, Dev K. Recent advances in the diagnosis of dermatophytosis. *Journal of basic microbiology*. 2020;60(4): 293-303.
5. Piri F, Zarei Mahmoudabadi A, Ronagh A, Ahmadi B, Makimura K, Rezaei-Matehkolaei A. Assessment of a pan-dermatophyte nested-PCR compared with conventional methods for direct detection and identification of dermatophytosis agents in animals. *Mycoses*. 2018;61(11): 837-844.
6. Dąbrowska I, Dworecka-Kaszak B, Brillowska-Dąbrowska

- A. The use of a one-step PCR method for the identification of *Microsporum canis* and *Trichophyton mentagrophytes* infection of pets. *Acta Biochimica Polonica*. 2014;61(2): 375-8.
7. Moriello KA. Diagnostic techniques for dermatophytosis. *Clinical Techniques In Small Animal Practice*. 2001;16(4): 219-24.
8. Taplin D, Zaias N, Rebell G, Blank H. Isolation and recognition of dermatophytes on a new medium (DTM). *Archives Of Dermatology*. 1969;99(2): 203-9.
9. Kaufmann R, Blum SE, Elad D, Zur G. Comparison between point of care dermatophyte test medium and mycology laboratory culture for diagnosis of dermatophytosis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*. 2016;27(4): 284-e68.
10. Singh S, Beena PM. Comparative study of different microscopic techniques and culture media for the isolation of dermatophytes. *Indian J. Med. Microbiol*. 2003;21: 21-4.
11. Gnat S, Łagowski D, Nowakiewicz A, Dyląg M. A global view on fungal infections in humans and animals: opportunistic infections and microsporidiosis. *Journal of Applied Microbiology*. 2021;131(5): 2095-2113.
12. Pihet M, Le Govic Y. Reappraisal of conventional diagnosis for dermatophytes. *Mycopathologia*. 2017;182(1-2): 169-80

ОБ АВТОРАХ:

Савинов Василий Александрович, научный сотрудник лаборатории микологии и антибиотиков им. А.Х. Саркисова, <https://orcid.org/0000-0003-1891-0005>

Овчинников Роман Сергеевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микологии и антибиотиков им. А.Х. Саркисова, <https://orcid.org/0000-0001-6634-9879>

Лаишевцев Алексей Иванович, кандидат биологических наук, зав. лабораторией микробиологии, <https://orcid.org/0000-0002-5050-2274>

Гулюкин Алексей Михайлович, доктор ветеринарных наук, профессор, директор, <https://orcid.org/0000-0003-2160-4770>

Капустин Андрей Владимирович, доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, <https://orcid.org/0000-0003-0136-2487>

ABOUT THE AUTHORS:

Savinov Vasily Alexandrovich, researcher of laboratory of mycology and antibiotics named after A. H. Sarkisov, <https://orcid.org/0000-0003-1891-0005>

Ovchinnikov Roman Sergeevich, PhD, leading Researcher of laboratory of mycology and antibiotics named after A. H. Sarkisov, <https://orcid.org/0000-0001-6634-9879>

Laishevstev Alexey Ivanovich, PhD, head of the laboratory of microbiology, <https://orcid.org/0000-0002-5050-2274>

Gulyukin Alexey Mikhailovich, PhD, director of Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" <https://orcid.org/0000-0003-2160-4770>

Kapustin Andrey Vladimirovich, PhD, assistant Director <https://orcid.org/0000-0003-0136-2487>

УДК УДК 636.033

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-37-42>

исследования/ research

Михайлова Л.Р.¹,
Лаврентьев А.Ю.¹,
Шерне В.С.²

¹ Чувашский государственный аграрный университет, ул. Карла Маркса, 29, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Россия
E-mail: Lmikhaylova01@mail.ru

² ООО «Натуральные продукты Поволжья», ул. Текстильщиков, д. 8, г. Чебоксары, Чувашская Республика, 8428022, Россия

Ключевые слова: молодняк, доращивание, рожь, комбикорм, рацион, прирост, затрата кормов, питательные вещества, структура рациона.

Для цитирования: Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Рожьсодержащие комбикорма в рационе бычков на доращивании. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 37–42.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-37-42>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Lilia R. Mikhaylova¹,
Anatoly Yu. Lavrentiev¹,
Vitaly S. Sherne²

¹ Chuvash State Agrarian University, Karl Marxst., 29, Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russia
E-mail: Lmikhaylova01@mail.ru

² LLC "Natural products of the Volga region", Tekstilshchikovst., 8, Cheboksary, Chuvash Republic, 8428022, Russia

Key words: young animals, rearing, rye, compound feed, diet, growth, feed consumption, nutrients, diet structure

For citation: Mikhaylova L.R., Lavrentiev A.Yu., Sherne V.S. Rye containing compound feeds in the diet of bulls on rearing. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 37–42. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-37-42>

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.

Рожьсодержащие комбикорма в рационе бычков на доращивании

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Особое место среди злаковых культур в качестве компонента комбикормов занимает рожь. Для производства комбикормов может быть использована рожь, непригодная для продовольственных целей, но вполне пригодная для кормления сельскохозяйственных животных.

Методы. Было сформировано 4 группы бычков на доращивании и разработаны 4 рецепта комбикормов-концентратов с различной нормой ввода ржи (0, 20, 30, 40%). Продолжительность опыта составила 135 дней. Для выяснения влияния состава комбикормов на потребление кормов проводили ежедневный групповой учет кормления. Подопытных животных взвешивали каждые 30 дней, то есть ежемесячно. Для выявления влияния испытуемого зерна (ржи) на потребление основного сбалансированного рациона вели записи по учету потребленных кормов и их остатков на следующий день. Изменение состава рациона проводили каждый месяц после взвешивания животных. В течение всего научно-хозяйственного опыта вели учет поедаемости.

Результаты. Комбикорма, приготовленные по разработанным рецептам, позволяют балансировать кормление подопытных бычков, которые будут выращиваться для получения говядины по имеющимся на сегодняшний день детализированными нормами кормления, при сравнительно невысокой удельной массе концентрированных кормов. Включение в состав комбикормов от 20 до 40% ржи не снижает сбалансированности рациона животных в опыте. Валовый прирост живой массы и прирост за сутки у подопытных бычков первых трех групп различался несущественно. Животные из IV группы, которым скармливали комбикорм с 40% ржи, уступали контрольным животным по всему приросту на 5,6 кг, по среднесуточному приросту — на 43 г. На единицу прироста живой массы (1 кг) расходовалась 5,87–6,03 ЭКЕ.

Rye containing compound feeds in the diet of bulls on rearing

ABSTRACT

Relevance. Rye occupies a special place among cereals as components of compound feeds. Rye, unsuitable for food purposes, but quite suitable for feeding farm animals, can be used for the production of compound feeds.

Methods. To solve the problems, 4 groups of gobies were formed for rearing and 4 recipes of compound feed concentrates with different rye input rates were developed (0, 20, 30, 40%). The duration of the experiment was 135 days. To find out the effect of the compound feed composition on feed consumption, daily group feeding accounting was carried out. Experimental animals were weighed every 30 days, that is, monthly. To identify the effect of the tested grain (rye) consumption of the basic balanced diet, records were kept on the account of the feed consumed and their residues the next day. During the entire scientific and economic experience, feedability was recorded.

Results. Studies have shown that compound feeds prepared according to the developed recipes allow balancing the feeding of experimental bulls that will be raised to produce beef according to the detailed feeding standards available today, with a relatively low specific gravity of concentrated feeds. The inclusion of 20 to 40% rye in the composition of compound feeds does not reduce the balance of the diet of animals in the experiment. The gross increase in live weight and the increase per day in the experimental bulls of the first three groups did not differ significantly. Animals from group IV, which were fed compound feed with 40% rye, were inferior to control animals by 5.6 kg in total growth, in an average daily increase — by 43 g. 5.87–6.03 ECU was spent per unit of live weight gain (1 kg).

Поступила в редакцию: 5 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 28 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 5 march 2022
Accepted in revised form: 28 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

В настоящее время для обеспечения продовольственной и экологической безопасности необходимо гарантированное развитие агропромышленного комплекса всей нашей страны. Из-за этого проблема производства продуктов питания для людей на сегодняшний день остается одной из главных и важнейших задач [1]. Для того чтобы удовлетворить потребности людей продовольственными товарами и товарами первой необходимости, во всем мире главным является производство продуктов питания. Особое место в этом вопросе принадлежит обеспечению населения животноводческой продукцией, особенно мясом, молоком и яйцами. Поэтому увеличение поголовья животных и птиц, увеличение их продуктивности в настоящее время является самой главной проблемой страны. Сюда же относится и обеспечение населения говядиной [2].

Повышение продуктивности животных всегда и непрерывно связано с дальнейшим увеличением кормовой базы и заготовки кормов, улучшением производства высококачественных кормов. Для решения данного вопроса нужны развитие техники и технологии, комбикормовой промышленности [3]. Важную роль в этом вопросе играет включение в составе зерносмеси собственного производства и комбикормов новых кормовых средств и добавок, вырабатываемых химической промышленностью, а также биологически активных добавок. Включение в комбикорма для животных и птиц зерновых злаковых и зерновых бобовых, вместе с другими кормовыми добавками и биологически активными веществами для сбалансирования по питательным и биологически активным веществам, приводит к обязательному увеличению эффективности использования имеющихся в составе комбикормов зерна и других кормов. Это позволит в 1,5–2 раза повысить продуктивность животных и значительно (до 30%) сократить расход кормов на единицу производимой продукции за счет повышения полноценности рациона, использования более дешевых кормов, кормовых и биологически активных добавок [4].

Для повышения количества производимой говядины важна правильная организация кормления и содержания животных, то есть выращивания, доращивания и заключительного откорма бычков всех направлений продуктивности [5]. Но для этого на предприятиях по производству говядины должно быть организовано сбалансированное кормление на основе детализированных норм и при этом производство должно быть экономически выгодным [6].

Главная роль при организации правильного кормления бычков на выращивании, доращивании и откорме по необходимым для них питательным веществам принадлежит комбикормам и зерновым кормам, которые достаточно хорошо могут решать такую проблему только в случае, если они скармливаются в виде полноценных комбикормов-концентратов [7].

Основным сырьем комбикормов-концентратов для сельскохозяйственных животных являются зерновые злаковые. Зерно хлебных злаков характеризуется относительно высоким содержанием энергии и поэтому включается в большом количестве в рационы, предназначенные для обеспечения животных энергией. Наиболее распространенными являются зерно кукурузы и ячменя, но в кормлении крупного рогатого скота используют и другие культуры — пшеницу, овес, рожь, тритикале и сорго [8].

Среди злаковых культур в качестве компонента комбикормов особое место занимает рожь. Несмотря на то, что рожь является весьма распространенной злаковой культурой в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации, она не нашла пока широкого применения в комбикормовой промышленности [9].

Рожь (*Secale*) — семена однолетних и многолетних растений злаков, которые обладают свойствами, сдерживающими, по сравнению с другими хлебными злаками, возможность включения их в состав комбикормов для бычков на доращивании. Характерный запах ржи способствует снижению количества съеденного корма у животных, а это способствует уменьшению продуктивности животных. При этом следует сказать, что рожь возможно использовать в кормлении животных в смеси с другими концентрированными кормами [10, 11]. В настоящее время ее использование ограничивается 50% в структуре всех зерновых в рационе.

Данная злаковая культура иногда поражается спорыньей. Уровень пораженного зерна в рационе не должен превышать 10% от общего количества зерна. Особенность крахмала ржи — сильное набухание в желудке животного, результатом чего является расстройство пищеварения. Кроме того, зерно ржи содержит ряд токсичных для сельскохозяйственных животных соединений, в частности алколоидные производные резорцина [11, 12, 13]. При размоле зерна на муку эти соединения переходят в отруби. Зерно ржи по содержанию лизина несколько превосходит зерно пшеницы и ячменя. Однако зерно ржи уступает другим зерновым кормам по общему содержанию протеина. В белке ржи недостаточно метионина и триптофана, а лимитирующей аминокислотой является лизин [14, 15, 16]. Пропаривание ржи улучшало переваримость кислотно-детергентной клетчатки и сырого жира, но незначительно снижало переваримость протеина. Рожь содержит 56–65% крахмала, 5–6% сахара и около 10% пентозанов. Во время выращивания и откорма бычков по рекомендации польских ученых оптимальной дозой является 20–30% ржи в составе зерносмеси [17].

Вопросы по включению ржи в состав комбикормов-концентратов и использованию ее при кормлении молодняка крупного рогатого скота на выращивании, доращивании и откорме требуют дальнейших исследований и научной проработки. Поэтому использование различных способов обезвреживания и увеличения возможности использования ржи в рационах кормления, то есть применение различных способов подготовки кормов к скармливанию, включения в такие комбикорма добавок и биологически активных веществ для повышения переваримости и усвояемости питательных веществ, на наш взгляд, — одна из приоритетных и актуальных задач в области кормления [18, 19].

Цели и задачи исследования

Цель исследования — научно обосновать нормы ввода ржи в состав комбикормов-концентратов с целью расширения возможностей ее использования в кормлении бычков на доращивании. В задачи научно-хозяйственного опыта входило: рассчитать рецепты комбикормов-концентратов с различным количеством ржи для бычков на доращивании, опробовать их в опытах на животных.

Методика исследования

Для проведения научно-хозяйственного опыта было сформировано четыре группы бычков на доращивании,

по десять голов в каждой группе, всего 40 голов бычков 6–7-месячного возраста. Схема кормления подопытных животных представлена в таблице 1. Бычки в составе групп научно-хозяйственного опыта были аналогами по требуемым показателям.

Продолжительность опыта составила 135 дней.

Для выяснения влияния состава комбикормов на потребление кормов проводили ежедневный групповой учет кормления. Для контроля за изменением живой массы подопытных животных проводили ежемесячное индивидуальное взвешивание бычков.

Был проведен учет заданных кормов, съеденных животными за сутки кормов и несъеденных кормов (остатков в кормушке за сутки) в течение суток. По результатам взвешивания, то есть по изменению живой массы (абсолютного прироста), после взвешивания животных проводили уточнения состава рационов кормления через каждый месяц. За весь период научно-хозяйственного опыта вели учет съеденных кормов (комбикормов и сена), а сенаж давали подопытным бычкам в зависимости от поедаемости.

Результаты исследования

Животные получали комбикорма-концентраты с различным количеством ржи в составе: контрольная группа I — рецепт без содержания ржи, II опытная группа — 2-й рецепт с 20% ржи, III опытная группа — 3-й рецепт с 30% ржи и IV опытная группа — 4-й рецепт с 40% ржи в составе комбикорма по массе; рецепты представлены в таблице 2.

Рацион кормления подопытных бычков всех групп состоял из злаково-бобового сена (клеверо-тимофеечного) от 1,1 до 1,3 кг и от 11,1 до 11,5 кг клеверного сенажа в зависимости от группы (таблица 3).

Содержание животных привязное индивидуальными кормушками. Все комбикорма-концентраты по составу и питательности были почти одинаковыми, то есть содержание энергии, питательных и биологически активных веществ было в норме.

При анализе учета заданных съеденных кормов и не- съеденных остатков были рассчитаны усредненные рационы кормления подопытных животных в среднем за опытный период.

Анализ таблицы 3 показывает, что использование в составе комбикормов-концентратов разного количества ржи не влияет на количество съеденного сена и сенажа. За период опыта подопытные бычки на доращивании в среднем за сутки съедали сена злаково-бобового 1–1,2 кг на голову в сутки, а сенажа — 11,1–11,5 кг в сутки. По сделанным расчетам рациона, количество су-

Таблица 1. Схема кормления

Table 1. Feeding scheme

Группы	Голов	Возраст животных, мес.		Основное кормление
		на начало опыта	на конец опыта	
I, контрольная	10	6–7	10–11	Основной рацион (ОР) + комбикорм № 1 (без ржи)
II, опытная	10	6–7	10–11	ОР + комбикорм № 2 (с 20% ржи)
III, опытная	10	6–7	10–11	ОР + комбикорм № 3 (с 30% ржи)
IV, опытная	10	6–7	10–11	ОР + комбикорм № 4 (с 40% ржи)

Таблица 2. Рецепты комбикормов

Table 2. Mixed feed recipes

Компоненты	Рецептура комбикормов			
	1	2	3	4
Ячмень, %	30	30	20	10
Пшеница, %	20	-	-	-
Рожь, %	-	20	30	40
Отруби пшеничные, %	31	31	31	31
Шрот подсолнечный, %	15	16	16	15
Кормовой фосфат, %	2	3	2	3
Соль поваренная, %	1	1	1	1
Премикс П 60–1, %	1	1	1	1
В 1 кг комбикорма содержится:				
ЭКЕ*	0,96	0,95	0,95	0,96
Сухое вещество, г	853	853	853	853
Сырой протеин, г	165	164	164	165
Переваримый протеин, г	132	131	131	133
Сырой жир, г	31,0	30,6	30,0	29,0
Сырая клетчатка, г	65	64	67	64
Кальций, г	7,9	7,9	7,9	7,9
Фосфор, г	9,7	9,5	9,5	9,4
Лизин, г	5,8	5,9	5,9	6,0
Метионин, г	2,6	2,6	2,6	2,6

Примечание: * — ЭКЕ — энергетическая кормовая единица

хого вещества, съеденного бычками I, II и III групп, было приблизительно одинаковым, при этом было выявлено некоторое уменьшение количества съеденного сухого вещества бычками IV группы по сравнению с контролем (на 130 г/гол./сутки). Нормы кормления подопытных животных соответствовали нормам для получения среднесуточного прироста 800–900 г, только по содержанию сахара они были ниже требуемого значения на 2–3%.

В соответствии количеству съеденных кормов находилась и энергетическая ценность рационов, т.е. особенных отклонений по содержанию ЭКЕ в рационах бычков не было.

Основным показателем питательной ценности рационов является их концентрация в 1 кг сухого вещества. В нашем научно-хозяйственном опыте на 1 кг сухого вещества рациона приходилось ЭКЕ 0,814–0,821, сы-

Таблица 3. Рацион кормления подопытных бычков

Table 3. The diet of experimental bulls

Корма	Группы			
	I	II	III	IV
Сено злаково-бобовое, кг	1,3	1,2	1,1	1,1
Сенаж клеверный, кг	11,3	11,1	11,5	11,2
Комбикорм-концентрат, кг	2,0	2,0	2,0	2,0
В рационе содержится:				
ЭКЕ	5,16	5,11	5,16	5,09
Сухое вещество, г	6,34	6,28	6,31	6,21
Сырой протеин, г	917	908	916	905
Переваримый протеин, г	596	590	597	598
Сырая клетчатка, г	1265	1251	1264	1246
Крахмал, г	631	626	632	623
Сахар, кг	423	419	434	416
Жир, г	223	221	223	220
Кальций, г	36	36	36	34
Фосфор, г	20	20	21	19
Магний, г	16	14	15	13
Калий, г	62	60	63	59
Сера, г	20	19	20	16
Железо, мг	736	728	737	727
Медь, мг	43	41	42	41
Цинк, мг	261	279	262	277
Кобальт, мг	3,3	3,2	3,4	3,8
Марганец, мг	226	221	227	220
Каротин, мг	110	106	111	107
Витамин Д, тыс. МЕ	4,1	4,0	4,1	4,0
Витамин В, мг	161	160	162	166

Таблица 4. Содержание питательных веществ и их соотношение в сухом веществе рациона подопытных бычков

Table 4. The content of nutrients and their ratio in the dry matter of the diet of experimental bulls

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
ЭКЕ	0,814	0,814	0,821	0,82
Сырой протеин, %	14,5	14,5	14,6	14,6
Сырая клетчатка, %	20,0	19,0	20,0	20,1
Крахмал, %	10,0	10,0	10,0	10,0
Сахар, %	6,7	6,6	6,6	6,7
Жир, %	3,52	3,52	3,53	3,54
Кальций, %	0,56	0,56	0,57	0,55
Фосфор, %	0,32	0,32	0,32	0,31
На 1 ЭКЕ приходится:				
Переваримого протеина, г	115,5	115,5	115,7	117,5
Сахара, г	81,9	82,0	84,1	81,7
Крахмала, г	122,3	122,5	122,5	122,4
Кальция, г	6,9	7,04	6,9	6,7
Каротина, мг	21,3	20,7	21,5	21,1
Сахаро-протеиновое соотношение	0,71	0,71	0,71	0,71
Отношение Са:Р	1,80	1,75	1,71	1,79

рого протеина — 14,5–14,6%, сырой клетчатки — 19,9–20,1%, крахмала — 10,0%, сахара — 6,7–6,8%, жира — 3,53–3,54%, Са — 0,55–0,57% и Р — 0,31–0,32%. В расчете на 1 ЭКЕ приходилось около 116 г переваримого протеина, отношение сахаро-протеиновое составило 0,71:1, а отношение кальция к фосфору находилось в пределах 1,71–1,80:1. По таблице 4 можно сделать вывод о том, что организация кормления подопытных бычков в опытный период была организована согласно действующим детализированным нормам. То же самое можно сказать и про остальные контролируемые макро- и микроэлементы, а также витамины.

Исключение в научно-хозяйственном опыте составило только содержание в рационе железа, которое было выше нормы в связи с высоким уровнем его в кормах.

При доращивании бычков, улучшая и меняя сбалансированность и полноценность кормления и его тип, есть возможность некоторым образом оказать влияние на состояние мясной продуктивности и качество мяса. Но при этом структура рационов ограничивается наличием кормов в хозяйстве.

Определение структуры рациона по результатам учета съеденных кормов и несъеденных их остатков, а также оценка их энергетической, протеиновой, углеводной, липидной, минеральной, витаминной питательности выявили, что на количество комбикормов-концентратов приходилось в опытный период от 33,5 до 34,12%, а во II — от 35 до 36,12% питательности рациона (табл. 5).

При организации доращивания бычков с целью получения говядины при норме кормления для достижения среднесуточного прироста живой массы 800 г предусмотрено, что 35% от энергетической питательности рациона составляют концентраты. В научно-хозяйственном опыте, проведенном на бычках на доращивании, концентрированные корма составили не больше 34,1%.

Проведенные исследования показали, что опытные комбикорма-концентраты способствуют полноценному, сбалансированному кормлению бычков на доращивании в соответствии с нормами кормления сельскохозяйственных животных при сравнительно невысокой удельной массе концентрированных кормов. Использование в рецептах комбикормов от 20 до 40% ржи не

уменьшает их сбалансированности и полноценности, то есть кормление подопытных животных по сравнению с контрольной группой остается полноценным и сбалансированным для этой группы животных.

Главным показателем сбалансированного и полноценного кормления, повышения или снижения влияния кормов, а также роста и развития животных является их прирост живой массы (табл. 6). В научно-хозяйственном опыте при дорастивании бычков видно, что масса подопытных животных контрольной и опытных групп в начале исследования была почти равная и колебалась от 151 кг до 151,4 кг.

К концу исследования живая масса подопытных животных I и III групп была почти одинаковой. У подопытных животных II группы живая масса в конце опыта была ниже живой массы контрольной группы на 1,4 кг. Абсолютный прирост живой массы подопытных бычков IV опытной группы был меньше в сравнении с подопытными бычками контрольной группы на 6 кг.

Валовой прирост живой массы в опытный период соответствовал изменениям живой массы за период опыта. Различия в валовом приросте живой массы у подопытных животных I контрольной, II и III опытных групп были незначительные. Животные из IV группы, которым скармливали комбикорм с 40% ржи, уступали контрольным животным по валовому приросту на 5,6 кг, по среднесуточному — на 43 г, или на 4,9%. При статистической обработке материала полученные несущественные различия в валовом и среднесуточном приростах между бычками опытных и контрольных групп оказались недостоверными во всех случаях. Исходя из этого можно сказать, что использование в составе комбикормов-концентратов от 20 до 40% ржи не оказывает существенного влияния на динамику прироста живой массы подопытных животных.

Согласно детализированным нормам кормления при дорастивании бычков на мясо при среднесуточном приросте 800 г на 1 кг прироста живой массы требуется

Таблица 5. Структура рациона в среднем за опыт

Table 5. The structure of the diet on average per experiment

Вид корма	Группы			
	I	II	III	IV
Объемистые, %	66,3	66,9	66,5	65,9
Концентрированные, %	33,7	34,1	33,5	34,1

Таблица 6. Динамика живой массы бычков, ее прирост и затраты кормов

Table 6. Dynamics of live weight, its growth and feed costs

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: в начале опыта в конце опыта	150,7±5,68 269,4±6,28	151,3±4,44 266,0±6,10	151,4±4,34 269,3±3,59	150,5±4,91 263,4±4,13
Прирост живой массы: абсолютный, кг среднесуточный, г	116,7±2,93 870±21,6	116,7±3,99 864±29,6	117,9±2,17 873±16,0	112,9±2,00 836±14,8
Затрачено кормов на 1 кг прироста: ЭКЕ	5,87	5,91	5,93	6,03
сух. вещество, кг	7,21	7,27	7,23	7,43
комбикормов, кг	2,26	2,31	2,29	2,39
переваримого протеина, г	678	683	684	703

5,6–6,3 ЭКЕ. Полученные в нашем эксперименте данные вполне согласуются с этим требованием.

Особое внимание при дорастивании бычков обращают на затраты комбикормов для получения 1 кг прироста. При этом хорошим показателем расхода комбикормов-концентратов считается 2,3–3,5 кг на 1 кг прироста живой массы. Как видно из таблицы 6, в научно-хозяйственном опыте расход концентратов на 1 кг прироста живой массы составил 2,26–2,39 кг, т.е. находился в нижних пределах оптимального.

Выводы

В ходе научно-хозяйственного опыта нами научно обоснована норма ввода ржи в состав комбикормов-концентратов до 40% по массе, но при этом оптимальной нормой ввода ржи следует считать 30% от массы комбикорма, что дает возможность замены ею дорогостоящих компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин А.С., Некрасов Р.В., Головин А.В., Дуборезов В.М., Чабаяев М.Г. Химический состав и питательность кормов для крупного рогатого скота, овец и свиней. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019620679, 26.04.2019. Заявка № 2019620390 от 22.03.2019.
2. Головин А.В., Рыков Р.А. Влияние энергообеспеченности рациона коров на молочную продуктивность и биохимический статус крови. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2021;3: 71-77.
3. Головин А.В. Влияние протеин-углеводного отношения в рационе коров на рубцовый метаболизм и продуктивность. *Зоотехния*. 2020: 9: 16-19.
4. Некрасов Р.В., Аникин А.С., Махаев Е.А., Чабаяев М.Г., Головин А.В., Зеленченкова А.А., Кумарин С.В. Руководство по составлению рецептов комбикормов и балансирующих добавок для высокопродуктивных животных. Дубровицы; 2017.
5. Головин А.В. Эффективность нормирования легкопече-

варимых углеводов в рационах молочных коров по периодам лактации. *Кормопроизводство*. 2020; 7: 44-48.

6. Некрасов Р.В., Аникин А.С., Чабаяев М.Г., Головин А.В. Принципы нормирования комбикормов-концентратов в рационах коров. *Комбикорма*. 2018; 2: 30-34.

7. Лаврентьев А.Ю., Иванова Е.Ю. Комбикорма с отечественными ферментными препаратами для кур-несушек. *Аграрная наука*. 2016; 1: 20-21.

8. Михайлова Л.Р., Жестянова Л.В., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С. Применение природных цеолитов в комбикормах молодняки свиней. *Аграрная наука*. 2021; 3: 43-47.

9. Nekrasov R.V., Kharitonov E.L., Makar Z.N., Duborezov V.M., Golovin A.V. Biosynthesis of milk components and vitality of cows with high and low-fat milk. *Journal of Animal Science*. 2018, vol. 96; S3: 514.

10. Dillon J.A., Ian Rotz C.A., Karsten H.D. (2020) Management characteristics of Northeast US grass-fed beef production systems. *Appl Anim Sci* 36(5):715-730.

11. Mazzetto M.A., Bishop G., Chadwick D. (2020) Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems. *JClean Prod* 277:124108.
12. Parra-Bracamonte G.M., Lopez-Villalobos N., Vazquez-Armijo J.F. (2020) An overview on production, consumer perspectives and quality assurance schemes of beef in Mexico. *Meat Sci* 170:108239.
13. Prokopieva M., Nesterova O., Sereda N. (2020) On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. *IOP C Ser Earth Env Sci. Cheboksary*:012022. doi 10.1088/1755-1315/604/1/012022.
14. Wetlesen M.S., Aby B.A., Aass L. (2020) Simulations of feed intake, production output, and economic result within extensive and intensive suckler cow beef production systems. *Livestock Science* 241:104229.
15. Стрекозов Н.И., Конопелько Е.И. (2013) Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и ин-

тенсивность выращивания телок. *Достижения науки и техники АПК* 3:5-7.

16. Трухачев В.И., Лещева М.Г., Юлдашбаев Ю.А. (2012) Мясной рынок России: анализ состояния и перспективы развития. *Достижения науки и техники АПК* 11:3-9.
17. Шевхужев А.Ф., Смакуев Д.Р. (2015) Мясная продуктивность бычков симментальской и абердин-ангусской пород при использовании разных производственных систем. *Зоотехния* 1:25-27.
18. Щукина Т.Н., Сударев Н.П., Мысик А.Т. (2015) Состояние мясного скотоводства в ООО «Верхневолжский животноводческий комплекс» Тверской области. *Зоотехния* 6:25-27.
19. Ahola J.K., Skow T.A., Hunt C.W., Hill R.A. (2011) Relationship between residual feed intake and end product palatability in longissimus steaks from steers sired by Angus bulls divergent for intramuscular fat expected progeny difference. *Prof Animal Sci* 27 (2):109-115.

REFERENCES

1. Anikin A.S., Nekrasov R.V., Golovin A.V., Duborezov V.M., Chabaev M.G.. Chemical composition and nutritional value of feed for cattle, sheep and pigs. Certificate of registration of the database RU 2019620679, 26.04.2019. Application No 2019620390 от 22.03.2019 (In Russ.).
2. Golovin A.V., Rykov R.A. The influence of the energy supply of the cows' diet on milk productivity and the biochemical status of blood. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. 2021:3: 71-77 (In Russ.).
3. Golovin A.V. The effect of the protein-carbohydrate ratio in the diet of cows on scar metabolism and productivity. *Zootekhnika*. 2020: 9: 16-19 (In Russ.).
4. Nekrasov R.V.- Anikin A.C. It's Mahayev.Ah. Chabaev M.Mr. Golovin A.V. Vegetable A.Ah. Kumarini S.V. Guidelines for composing recipes for compound feeds and balancing additives for highly productive animals. Dubrovicy; 2017 (In Russ.).
5. Golovin A.V. Efficiency of rationing of easily digestible carbohydrates in the diets of dairy cows by lactation periods. *Fodder production*. 2020; 7: 44-48 (In Russ.).
6. Nekrasov R.V., Anikin A.S., Chabaev M.G., Golovin A.V. Principles of rationing of compound feed concentrates in the rations of cows. *Kombikorma*. 2018; 2: 30-34 (In Russ.).
7. Lavrentiev A.Yu., Ivanova E.Yu. Compound feed with domestic enzyme preparations for laying hens. *Agrarnaya nauka*. 2016; 1: 20-21 (In Russ.).
8. Mikhaylova L.R., Zhestyanova L.V., Lavrentiev A.Yu., Sherne V.S. The use of natural zeolites in compound feeds of young pigs. *Agrarnaya nauka*. 2021; 3: 43-47 (In Russ.).
9. Nekrasov R.V., Kharitonov E.L., Makar Z.N., Duborezov V.M., Golovin A.V. Biosynthesis of milk components and vitality of cows with high and low-fat milk. *Journal of Animal Science*. 2018, vol. 96; S3: 514.
10. Dillon J.A., Ian Rotz C.A, Karsten H.D. (2020) Management

characteristics of Northeast US grass-fed beef production systems. *Appl Anim Sci* 36(5):715-730.

11. Mazzetto M.A., Bishop G., Chadwick D. (2020) Comparing the environmental efficiency of milk and beef production through life cycle assessment of interconnected cattle systems. *JClean Prod* 277:124108.
12. Parra-Bracamonte G.M., Lopez-Villalobos N., Vazquez-Armijo J.F. (2020) An overview on production, consumer perspectives and quality assurance schemes of beef in Mexico. *Meat Sci* 170:108239.
13. Prokopieva M., Nesterova O., Sereda N. (2020) On the use of feed supplements in the system of livestock technological modernization. *IOP C Ser Earth Env Sci. Cheboksary*:012022. doi 10.1088/1755-1315/604/1/012022.
14. Wetlesen M.S., Aby B.A., Aass L. (2020) Simulations of feed intake, production output, and economic result within extensive and intensive suckler cow beef production systems. *Livestock Science* 241:104229.
15. Strekozov N.I., Konopelko E.I. (2013) The optimal structure of a highly productive herd of dairy cattle and the intensity of rearing heifers. *Achievements of Science and Technology APK* 3:5-7.
16. Trukhachev V.I., Leshcheva M.G., Yuldashbaev Yu.A. (2012) Russian meat market: analysis of the state and development prospects. *Achievements of Science and Technology APK* 11:3-9.
17. Shevkhezhev A.F., Smakuev D.R. (2015) Meat productivity of Simmental and Aberdeen Angus bulls using different production systems. *Zootekhnika* 1:25-27.
18. Shchukina T.N., Sudarev N.P., Mysik A.T. (2015) The state of beef cattle breeding in Verkhnevolzhsky livestock complex LLC, Tver region. *Animal science* 6:25-27.
19. Ahola J.K., Skow T.A., Hunt C.W., Hill R.A. (2011) Relationship between residual feed intake and end product palatability in longissimus steaks from steers sired by Angus bulls divergent for intramuscular fat expected progeny difference. *Prof Animal Sci* 27 (2):109-115.

ОБ АВТОРАХ:

Михайлова Лилия Ревовна, аспирант кафедры общей и частной зоотехнии, e-mail: lmikhaylova01@mail.ru, тел. 89176706257; ORCID 0000-0002-5991-1621
Лаврентьев Анатолий Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой общей и частной зоотехнии, e-mail: lavrentev65@list.ru, тел. 89278646863; ORCID 0000-0001-5793-8786
Шерне Виталий Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, специалист по расчету рецептур ООО «Натуральные продукты Поволжья», e-mail: v.sherne@mail.ru, тел. 89278472390; ORCID 0000-0003-4924-0796

ABOUT THE AUTHORS:

Mikheylova Lilia Revovna, Postgraduate student of the Department of General and Private Animal Science, e-mail: lmikhaylova01@mail.ru, tel. 89176706257; ORCID 0000-0002-5991-1621
Lavrentiev Anatoly Yurievich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of General and Private Animal Science; e-mail: lavrentev65@list.ru, tel. 89278646863; ORCID 0000-0001-5793-8786
Sherne Vitaly Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor, specialist in the calculation of recipes of LLC "Natural products of the Volga region"; e-mail: v.sherne@mail.ru, tel. 89278472390; ORCID 0000-0003-4924-0796

УДК 636.084.1:636.085.57

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-43-47>

исследования / research

Шейда Е.В.^{1,2},
Мирошников С.А.¹,
Дускаев Г.К.¹,
Рязанов В.А.¹,
Гречкина В.В.¹

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН, ул. 9 Января, д. 29, г. Оренбург, Оренбургская область, 460000, Россия
E-mail: fncbst@mail.ru

² Оренбургский государственный университет, пр. Победы, д. 13, г. Оренбург, Оренбургская область, 460018, Россия

Ключевые слова: цинк, лузга подсолнечника, азот, летучие жирные кислоты, метаногенез, рубец, крупный рогатый скот

Для цитирования: Шейда Е.В., Мирошников С.А., Дускаев Г.К., Рязанов В.А., Гречкина В.В. Изменение параметров рубцового содержимого *in vitro* при использовании лузги подсолнечника и цинка в ультрадисперсной форме. *Аграрная наука*. 2022; 360 (6): 43–47.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-43-47>

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 V. Sheida^{1,2},
Sergey A. Miroshnikov¹,
Galimzhan K. Duskaev¹,
Vitaly A. Ryazanov¹,
Victoria V. Grechkina¹

¹ Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg region, Orenburg, January 9st., 29, 460000, Russia
E-mail: fncbst@mail.ru

² Orenburg State University, Orenburg region, Orenburg, Pobedy al., 13, 460018, Russia

Key words: zinc, sunflower husk, nitrogen, volatile fatty acids, methanogenesis, rumen cattle

For citation: Sheida E.V., Miroshnikov S.A., Duskaev G.K., Ryazanov V.A., Grechkina V.V. Changes in the parameters of ruminal digesta *in vitro* when using sunflower husk and zinc in ultrafine form. *Agrarian Science*. 2022; 360 (6): 43–47. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-43-47>

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.

Изменение параметров рубцового содержимого *in vitro* при использовании лузги подсолнечника и цинка в ультрадисперсной форме

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Побочные продукты переработки сельскохозяйственной продукции рассматриваются как сырье для использования в составах кормов для животноводства с целью снижения затрат на кормление животных. Включение минеральных добавок может повысить пищевую ценность рационов и позволить использовать корма более низкого качества.

Методы. Объектом исследования является рубцовое содержимое от бычков с хронической фистулой рубца, массой 240–245 кг, 11–12 месяцев; ультрадисперсные частицы (УДЧ) цинка (Zn — размер 110 нм, Zn 90%). Метаболом изучался на основе испытаний следующих образцов корма: подсолнечная лузга, подвергнутая механическому измельчению без обработки и с обработкой (гидро модуль (вода), УЗ при 20°C, 15 минут, 27 кГц). Определение уровня метана осуществляли на «Кристаллюкс-2000М» методом газовой хроматографии, уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) в содержимом рубца — методом газовой хроматографии на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М», определение форм азота — по ГОСТ 26180-84.

Результаты. Включение УДЧ цинка в дозировке 3,0 мг и 6,0 мг улучшало переваримость СВ относительно контрольного образца на 21,9–22,4% ($p \leq 0,05$). Дополнительное включение цинка в дозировке 1,5 мг и 3 мг способствовали увеличению ацетата на 94,7% и 97,9%, пропионата — на 85,4% и 71,4% ($p \leq 0,05$), бутирата — на 95,6% и 87,3% соответственно относительно контрольного образца. Присутствие цинка в дозировке 6,0 мг значительно увеличивало концентрацию ацетата, пропионата, бутирата и капроновой кислоты — на 94,9%, 93,2%, 94,4% и 75,4% ($p \leq 0,05$) относительно контроля. Уровень образования метана во всех опытных группах относительно контроля был значительно ниже.

Changes in the parameters of ruminal digesta *in vitro* when using sunflower husk and zinc in ultrafine form

ABSTRACT

Relevance. By-products of agricultural processing are considered as raw materials for use in animal feed formulations in order to reduce the cost of animal feeding. The inclusion of mineral supplements can increase the nutritional value of diets and allow the use of lower quality feeds.

Methods. The object of the study is ruminal digesta from bull-calves with chronic scar fistula, weighing 240–245 kg, 11–12 months old; ultrafine particles (UFP) of zinc (Zn — size 110 nm, Zn 90%). Metabolism was studied on the basis of tests of the following feed samples: sunflower husk subjected to mechanical grinding without treatment and with treatment (hydromodule (water), ultrasonication at 20°C, 15 minutes, 27 kHz). The level of methane was determined on the “Crystallux-2000M” by gas chromatography, the level of volatile fatty acids (VFA) in the contents of the rumen — by gas chromatography on the gas chromatograph “Crystallux-4000M”, determination of nitrogen forms — according to GOST 26180-84.

Results. The inclusion of UHF zinc at a dosage of 3.0 mg and 6.0 mg improved the digestibility of DM relative to the control sample by 21.9–22.4% ($p \leq 0.05$). The additional inclusion of zinc at a dosage of 1.5 mg and 3 mg contributed to an increase in acetate by 94.7% and 97.9%, propionate — by 85.4% and 71.4% ($p \leq 0.05$), butyrate — by 95.6% and 87.3% respectively relative to the control sample. The presence of zinc at a dosage of 6.0 mg significantly increased the concentration of acetate, propionate, butyrate and caproic acid — by 94.9%, 93.2%, 94.4% and 75.4% ($p \leq 0.05$) relative to the control. The level of methane formation in all experimental groups relative to the control was significantly lower.

Поступила в редакцию: 4 апреля 2022

Одобрена после рецензирования: 3 мая 2022

Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 4 april 2022

Accepted in revised form: 3 may 2022

Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Побочные продукты переработки сельскохозяйственной продукции рассматриваются как сырье для использования в составах кормов для животноводства с целью снижения затрат на кормление животных [1].

Лузга, отделяемая от семян подсолнечника в процессе их подготовки к извлечению масла, представляет собой одревесневшую растительную ткань, однородную по физической структуре, с постоянным химическим составом и физико-механическими свойствами [2]. Технологический выход подсолнечной лузги всегда ниже содержания оболочки в семени и зависит от технологической схемы получения масла, а также от сорта. Так, в обычных семенах старых сортов низкомасличного подсолнечника содержание оболочки (лузжистость) составляет более 40% от массы семени. В высокомасличных семенах подсолнечника с содержанием масла до 50% (на сухое вещество) лузжистость семян в 1,5–2 раза ниже, чем в семенах старых сортов, и составляет 22,5–30% [3].

Подсолнечная лузга содержит 1,4% богатого углеродом чрезвычайно устойчивого пигмента фитомелана, значительное количество пентозанов (23,6–28%), клетчатки (52–66%), лигнина (24,8–29,6%), целлюлозы (31–42,4%) и является ценным сырьем для получения кормовых дрожжей, гидролизного спирта фурфурола, ацетона и других продуктов [4, 5]. Традиционно лузга используется в качестве кормовой добавки в животноводстве, но процент ее использования не высок. Наиболее распространенный способ утилизации лузги — это ее сжигание, что наносит ущерб окружающей среде и свидетельствует о неэффективном расходовании отходов [6].

Использование корма, приготовленного из шелухи и лузги, в кормлении телят мясных пород показало, что при ферментации увеличивается содержание кормовых единиц: в шелухе проса — до 0,46 (в исходном сырье — 0,28), в шелухе гречихи — до 0,23 (в исходном сырье — 0,18), в лузге подсолнечника — до 0,37 (в исходном сырье — 0,24). Переваримость кормов увеличивается на 2,5–4,5% [7]. Использование гречишной шелухи после смешанной бактериальной ферментации для скармливания животным способствует сокращению расхода основных кормов на 16%. Преимущество концентрированных кормов заключается в ускоренном процессе ферментации [7], накоплении молочной кислоты, незначительной потере питательных веществ, улучшении органолептических свойств кормов, лучшей поедаемости, улучшении деятельности микрофлоры желудочно-кишечного тракта, отсутствии отрицательных воздействий на качество основного корма и на здоровье животных [8].

Внесение в состав кормов телят шелухи проса и гречихи, лузги подсолнечника, подвергнутых твердофазной ферментации целлюлолитическими, пентозосбраживающими молочнокислыми и пропионовокислыми бактериями, способствует получению высококачественного кормового продукта, содержащего в своем составе биологически активные вещества, способствующие повышению иммунного статуса животных [9]. Однако известно, что лузга подсолнечника является малопитательным кормовым продуктом, требующим дополнительной обработки перед скармливанием [10] и включения дополнительных биологически активных веществ. Известен способ (RU (11) 2 667 784) приготовления корма для животных на основе лузги подсолнечника. Способ характеризуется тем, что лузгу подсолнечника

измельчают до 1 мм и направляют в фильтровальный агрегат технологического процесса получения масла подсолнечного для получения фильтровальной массы нормативной степени насыщенности, затем массу извлекают из фильтра и загружают в реактор активации для деструкции строения лузги подсолнечника до степени легкоусваиваемой клетчатки для животных. Полученную массу смешивают со шротом подсолнечника и белково-витаминно-минеральной добавкой и формируют вакуумированием с получением готовой продукции.

В качестве добавок в пищевой промышленности очень распространено использование минеральных веществ, в частности цинка; благодаря наличию антимикробных свойств он оказывает непосредственное влияние на микробиом желудочно-кишечного тракта и биодоступность компонентов корма [11, 12]. Многочисленными исследованиями доказано дозозависимое влияние цинка на показатели роста домашнего скота и птицы [13–15].

Минеральные добавки могут повысить пищевую ценность рационов и могут позволить использовать корма более низкого качества [16]. Таким образом, Zn регулярно добавляется в продукты питания и корма для людей и домашнего скота для нормального течения физиологических процессов в организме, а также для удовлетворения ежедневной потребности. В то время как незначительный дефицит Zn может не приводить к клиническим проявлениям у жвачных животных, серьезный дефицит Zn имеет последствия для иммунной системы, которые потенциально могут повлиять на взаимодействие между хозяином и микробами. Более того, насколько нам известно, в нескольких исследованиях изучалось влияние добавок Zn на микробиоту рубца [17].

Несмотря на множество исследований, посвященных влиянию цинка на здоровье и продуктивность животных, очень мало работ по определению влияния цинка на процессы пищеварения в целом, особенно у жвачных животных. Мы предположили, что добавление Zn в ультрадисперсной форме изменит структуру бактериального сообщества рубцовой жидкости и в результате приведет к преобразованию метаболических параметров содержимого рубца и позволит повысить переваримость труднорасщепляемого компонента корма — лузги — и снизить выбросы парниковых газов в атмосферу путем снижения метаногенеза.

Цель исследования: оценить влияние микроэлемента Zn в ультрадисперсной форме на изменение параметров в содержимом рубца жвачных при использовании лузги подсолнечника, подвергнутой предварительной механофизической обработке.

Материалы и методы

Объектом исследования является рубцовое содержимое, полученное от бычков казахской белоголовой породы с хронической фистулой рубца, средней массой 240–245 кг, в возрасте 11–12 месяцев.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования осуществлялись в соответствии с требованиями инструкций и рекомендаций к выполнению биологических исследований [18, 19]. При проведении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество исследованных опытных образцов.

Исследования переваримости сухого вещества (СВ) производили методом *in vitro* с помощью установки-инкубатора «ANKOM Daisyll» (модификации D200 и D200I)

по специализированной методике. В качестве дисперсионной среды была выбрана дистиллированная вода. Каждый эксперимент был проведен в четырех повторностях.

После инкубирования производили отбор проб воздуха для определения уровня метана на приборе «Кристаллюкс-2000М» методом газовой хроматографии.

Лабораторные исследования проводили в Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН: уровень летучих жирных кислот (ЛЖК) в содержимом рубца определяли методом газовой хроматографии на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М», определение форм азота — по ГОСТ 26180-84.

Статистический анализ. Численные данные были обработаны с помощью программы SPSS «Statistics 20» («IBM», США), рассчитывали средние (M), среднеквадратичные отклонения ($\pm\sigma$), ошибки стандартного отклонения ($\pm SE$). Для сравнения вариантов использовали непараметрический метод анализа. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$.

Метаболические изменения в рубце *in vitro* изучались на основе испытаний следующих образцов корма: контроль (образец 1) — подсолнечная лузга, подвергнутая механическому измельчению без обработки; образец 2 — механическое измельчение лузги + гидромодуль (вода) + обработка УЗ при 20°C, 15 минут, 27 кГц; образцы 3, 4 и 5 — образец 2 + ультрадисперсные частицы УДЧ Zn в дозировке 1,5; 3,0; 6,0 мг на 1 кг СВ соответственно (табл. 1). Для изучения использовали УДЧ цинка (Zn — размер 110 нм, содержание Zn 90%, получен методом электрического взрыва проводника в атмосфере аргона). Перед включением в рацион частицы диспергировали в физиологическом растворе.

В качестве субстрата для проведения исследований *in vitro* использовали отходы производства подсолнечного масла — лузгу, предварительно подготовленную механическим и механико-физическим способами (табл. 1).

Результаты

Оценка переваримости СВ измельченной лузги подсолнечника показала 21,2% переваримости, при этом дополнительная механическая и физическая обработка улучшала переваримость СВ в опытном 2-м образце на 19% ($p \leq 0,05$). Включение УДЧ цинка в дозировке 3,0 мг и 6,0 мг улучшало переваримость СВ относительно контрольного образца на 22,4% ($p \leq 0,05$), а в 3-м образце — на 21,9% ($p \leq 0,05$) (табл. 2).

Текущие исследования по дозировкам цинка в рационе молодняка крупного рогатого скота варьируют от 1,5 мг/кг до 6,0 мг/кг, в то время как рекомендации для крупного рогатого скота менее определены и составляют до 30 мг/кг независимо от физиологического состояния животного [20, 21]. Было показано, что соответствующие концентрации пищевого цинка полезны в экономическом плане для производства мясной продукции.

Наши исследования согласуются с работами, в которых сообщалось о более высоких показателях роста и обменных процессов в организме жвачных животных, получавших различные добавки Zn [22]. В исследованиях нами отмечено, что включение ультрадисперсных частиц цинка способствует увеличению эффективности использования трудноперевариваемых углеводов во всех изучаемых дозировках.

Течение обменных процессов в рубце напрямую связано с уровнем ЛЖК в рубцовой жидкости как основным продуктом жизнедеятельности микрофлоры рубца. Так, при анализе таблицы 3 установлено, что при использовании образца 2 отмечено угнетение образования ЛЖК как относительно контроля, так и относительно других опытных образцов (табл. 3).

Дополнительное включение цинка в дозировке 1,5 мг способствовало увеличению ацетата на 94,7%, пропионата — на 85,4% ($p \leq 0,05$), бутирата — на 95,6%, валерьяновой и капроновой кислоты — на 41,4% ($p \leq 0,05$) и 74,7% соответственно относительно контрольного образца.

Введение УДЧ цинка в дозировке 3,0 мг на фоне использования обработанной лузги подсолнечника показало повышение уровня ЛЖК относительно 1-го образца: уксусной кислоты — на 97,9%, пропионовой кислоты — на 71,4% ($p \leq 0,05$), масляной — на 87,3%, капроновой — на 79,6%, при этом уровень валерьяновой кислоты достоверно снижался на 33,7% ($p \leq 0,05$).

Присутствие цинка в дозировке 6,0 мг значительно увеличивало концентрацию ацетата, пропионата, бутирата и капроновой кислоты — на 94,9%, 93,2%, 94,4% и 75,4% ($p \leq 0,05$) относительно контроля. Уровень валерьяновой кислоты в 5-м образце относительно 1-го образца снижался на 34,3% ($p \leq 0,05$).

Таблица 1. Получение образцов кормового продукта

Table 1. Qualitative indicators of feed product samples

№ опытного образца	Обработка
1	Механическое измельчение
2	Механическое измельчение + гидромодуль (вода) + обработка УЗ при 20°C, 15 минут, 27 кГц
3	Механическое измельчение + гидромодуль (вода) + обработка УЗ (20°C, 15 минут, 27 кГц) + Zn 1,5 мг
4	Механическое измельчение + гидромодуль (вода) + обработка УЗ (20°C, 15 минут, 27 кГц) + Zn 3,0 мг
5	Механическое измельчение + гидромодуль (вода) + обработка УЗ (20 °C, 15 минут, 27 кГц) + Zn 6,0 мг

Таблица 2. Переваримость сухого вещества лузги подсолнечника *in vitro* (M $\pm$ m, n = 12), %

Table 2. Digestibility of sunflower husk dry matter *in vitro* (M $\pm$ m, n = 12), %

№ опытного образца	Переваримость СВ, %
1	21,2 $\pm$ 0,23
2	40,2 $\pm$ 0,11*
3	43,1 $\pm$ 0,51*
4	43,6 $\pm$ 0,15*
5	43,6 $\pm$ 0,32*

Примечание: * — $p \leq 0,05$, при сравнении с контролем

Таблица 3. Уровень летучих жирных кислот в рубцовой жидкости при дополнительном включении Zn ($M \pm m$, $n = 12$), мг/л

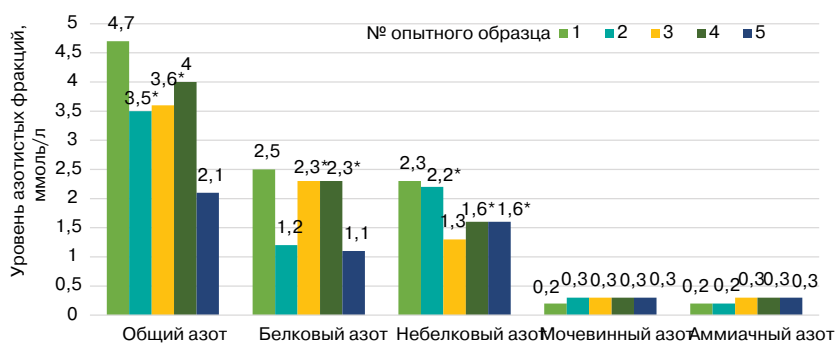
Table 3. The level of volatile fatty acids in the ruminal digesta with additional inclusion of Zn ($M \pm m$, $n = 12$), mg/l

№ опытного образца	Летучие жирные кислоты, мг/л				
	уксусная	пропионовая	масляная	валерьяновая	капроновая
1	2,37±0,08	менее 1,0	менее 1,0	3,09±0,08	2,43±0,02
2	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0	менее 1,0
3	44,7±0,14	6,83±0,06*	22,6±0,14	5,27±0,06*	9,59±0,1
4	113,6±0,16	3,5±0,02*	7,9±0,07	2,05±0,02*	11,9±0,11
5	46,3±0,12	14,8±0,11	17,8±0,11	2,03±0,02*	9,86±0,09*

Примечание: * — $p \leq 0,05$, при сравнении с контролем

Рис. 1. Содержание азотистых фракций в рубцовой жидкости ($M \pm m$, $n = 12$), ммоль/л

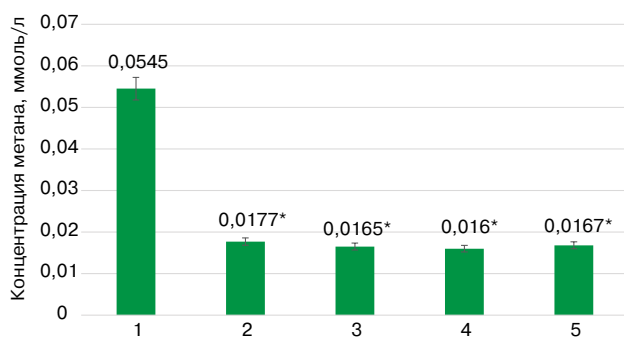
Fig. 1. The content of nitrogenous fractions in the scar fluid ($M \pm m$, $n = 12$), mmol/l



Примечание: * — $p \leq 0,05$, при сравнении с контролем.

Рис. 2. Концентрация метана (CH_4) *in vitro* ($M \pm m$, $n = 12$), ммоль/л

Fig. 2. Methane (CH_4) concentration *in vitro* ($M \pm m$, $n = 12$), mmol/l



Примечание: * — $p \leq 0,05$, при сравнении с контролем.

Уровень общего азота в опытных образцах относительно контроля снижался во 2-м образце на 25,5%, в 3-м — на 23,4%, в 4-м — на 15% и в 5-м — на 55,3% (рис. 1).

Уровень белкового азота при использовании цинка в дозировках 1,5 мг и 3 мг снижался на 8%, при дозировке 6 мг — на 56%. Такая же тенденция отмечалась и в отношении небелкового азота, данный показатель снижался во 2-м образце на 4,3%, в 3-м — на 43,5%, в 4-м и 5-м — на 30,4% относительно 1-го образца.

Уровень аммиачного и мочевинового азота в РЖ контрольного и опытных образцов значительно не различался.

Уровень образования метана во всех опытных группах относительно контроля был значительно ниже (рис. 2). Так, при использовании 2-го образца концентрация метана снизилась на 67,3% ($p \leq 0,05$), 3-го и 4-го образцов — на 71% ($p \leq 0,05$) и 5-го образца — на 69,1% ($p \leq 0,05$).

В нашем исследовании включение цинка в ультрадисперсной форме улучшает переваримость СВ рациона на 22,4%, снижает производство метана на 71% и улучшает течение метаболических процессов в рубце. Следует отметить, что наибольшей эффективностью обладала дозировка 3 мг/кг СВ корма. Более высокие дозировки УДЧ Zn способствовали увеличению концентрации летучих жирных кислот, однако отрицательно сказывались на концентрации аммиачного азота и соотношении ацетата и пропионата [23].

Выводы

На основании проведенных нами *in vitro* исследований установлено, что дополнительное включение микроэлемента цинка в различных дозировках оказывало позитивное влияние на переваримость СВ лузги подсолнечника и течение метаболических процессов в модели рубца жвачных. Максимально эффективное использование показал опытный образец, включающий лузгу, подвергнутую механическому измельчению, + гидромуль (вода) + обработка УЗ (20°C, 15 минут, 27 кГц) с дополнительным внесением ультрадисперсных частиц Zn в дозировке 3,0 мг на 1 кг СВ рациона.

Исследования выполнены по проекту РНФ №20-16-00088

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Yang K, Qing Y, Yu Q, Tang X, Chen G, Fang R, et al. By-product feeds: current understanding and future perspectives. *Agriculture*. 2021;11:207. Doi: 10.3390/agriculture11030207
- Nitschke M, Silva SSE. Recent food applications of microbial surfactants. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2018;58(4):631-638 doi: 10.1080/10408398.2016.1208635
- Кошаев АГ, Плутахин ГА, Фисенко ГВ, Петренко АИ. Безотходная переработка подсолнечного шрота. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2008;3:66-68.
- Farias CBB, Almeida FC, Silva IA, Souza TC. Et al. Production of green surfactants: Market prospects. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2021. Doi: 10.1016/j.ejbt.2021.02.002
- Грачева НВ, Желтобрюхов ВФ. Способ получения меланина из лузги подсолнечника и исследование его антиоксидантной активности. *Вестник Технологического университета*. 2016;19(15):154-157

2016;19(15):154-157

6. Тарасов ВЕ, Коробко СС. Использование вторичных ресурсов переработки семян подсолнечника для создания новых пав натурального происхождения. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021;83(2):108-115.

7. Чмиль АИ. Технология биоконверсии сельскохозяйственных отходов в топливо, удобрения и корма. *Экотехнология и ресурсосбережение*. 1995; 4.

8. Карпова ГВ. Микробиологическая ферментация непищевых субстратов. *Обеспечение продовольственной и экологической безопасности человечества – важная задача XXI века*. Оренбург.: 2000.

9. Карпова ГВ. Влияние шелухи проса и гречихи, лузги подсолнечника после бактериальной ферментации цлб, пмб и пкб на естественную резистентность телят и гусей. *В сборнике: Инновационные технологии обеспечения безопасности пи-*

тания и окружающей среды. Сборник материалов. Министерство образования Оренбургской области; Всемирный технологический университет филиал в г. Оренбурге; Оренбургский государственный университет. 2007; 155-157.

10. Тарасов ВЕ, Коробко СС. Использование вторичных ресурсов переработки семян подсолнечника для создания новых пав натурального происхождения. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021;83(2):108-115.

11. Fadayifar A, Aliarabi H, Tabatabaei MM, Zamani P, Bahari A, Malecki M, Dezfoulian AH. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. Journal of Livestock Science. 2012;144:285-289. Doi:10.1016/j.livsci.2011.12.002

12. Ishaq SL, Page CM, Yeoman CJ, Murphy TW, Van Emon ML, Stewart WC. Zinc AA supplementation alters yearling ram rumen bacterial communities but zinc sulfate supplementation does not. Journal of animal science. 2019; 97(2): 687-697 DOI: 10.1093/jas/sky456

13. Mishra A, Swain RK, Mishra SK, Panda N, Sethy K. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks. Indian J Anim Nutr. 2014;31:384e8

14. Sahoo A, Swain RK, Mishra SK, Jena B. Serum biochemical indices of broiler birds fed on inorganic, organic and nano zinc supplemented diets. Int J Recent Sci Res. 2014(a);5:2078e81.

15. Sahoo A, Swain RK, Mishra SK. Effect of inorganic, organic and nano zinc supplemented diets on bioavailability and immunity status of broilers. Int J Adv Res. 2014(b);2:828e37.

REFERENCES

1. Yang K, Qing Y, Yu Q, Tang X, Chen G, Fang R, et al. By-product feeds: current understanding and future perspectives. Agriculture. 2021;11:207. Doi: 10.3390/agriculture11030207
2. Nitschke M, Silva SSE. Recent food applications of microbial surfactants. Critical reviews in food science and nutrition. 2018;58(4):631-638 doi: 10.1080/10408398.2016.1208635
3. Koshchayev AG, Plutakhin GA, Fisenko GV, Petrenko AI. Waste-free processing of sunflower meal. Storage and processing of agricultural raw materials. 2008;3:66-68 (In Russ.).
4. Farias CBB, Almeida FC, Silva IA, Souza TC. Et al. Production of green surfactants: Market prospects. Electronic Journal of Biotechnology. 2021. Doi: 10.1016/j.ejbt.2021.02.002
5. Gracheva N.V., Zheltobryukhov V.F. The method of obtaining melanin from sunflower husk and the study of its antioxidant activity. Bulletin of the Technological University. 2016;19(15): 154-157 (In Russ.).
6. Tarasov VE, Korobko SS. The use of secondary sunflower seed processing resources to create new surfactants of natural origin. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2021. 2021;83(2):108-115 (In Russ.).
7. Chmil A.I. Technology of bioconversion of agricultural waste into fuel, fertilizers and feed. Ecotechnology and resource conservation. 1995;4 (In Russ.).
8. Karpova GV. Microbiological fermentation of food substrates. Ensuring food and environmental safety of mankind – the most important task of the XXI century. Orenburg.: 2000 (In Russ.).
9. Karpova GV. Influence of millet and buckwheat husks, sunflower husks after bacterial fermentation of clb, pmb and pcb on the natural resistance of calves and geese. In the collection: Innovative technologies for ensuring food safety and the environment. Collection of materials. Ministry of Education of the Orenburg Region; World Technological University branch in Orenburg; Orenburg State University. 2007;155-157 (In Russ.).
10. Tarasov VE, Korobko SS. The use of secondary sunflower seed processing resources to create new surfactants of natural origin. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2021. 2021;83(2):108-115 (In Russ.).
11. Fadayifar A, Aliarabi H, Tabatabaei MM, Zamani P, Bahari A, Malecki M, Dezfoulian AH. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. Journal of Livestock Science. 2012;144:285-289. Doi:10.1016/j.livsci.2011.12.002
12. Ishaq SL, Page CM, Yeoman CJ, Murphy TW, Van Emon ML,

16. Swain PS, Rao SBN, Rajendran D, Dominic G, Selvaraju S. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. Animal Nutrition. 2016;2(3):134-141. DOI: 10.1016/j.aninu.2016.06.003

17. Hilal EY, Elkhairy MAE, Osman OAO. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. Open J. Anim. Sci. 2016;6:304-324. Doi:10.4236/ojas.2016.64035

18. Сарымсакова БЕ, Розенсон РИ, Баттакова ЖЕ. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007. 98 с.

19. Веселова ТА, Мальцева АА, Швец ИМ. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018. 187с.

20. NRC. Nutrient requirements of beef cattle, 8th rev. ed. Washington, DC: National Academies Press. 2015

21. Ott EA, Smith WH, Harrington RB, Beeson WM. Zinc toxicity in ruminants. I. Effect of high levels of dietary zinc on gains, feed consumption and feed efficiency of lambs. J. Anim. Sci. 1966;25:414-418. Doi:10.2527/jas1966.252414x

22. Gunter SA, Malcolm-Callis KJ, Duff GC, Kegley EB. Performance of steers supplemented with zinc during grazing and receiving at the feedlot. Prof. Anim. Sci. 2001;17:280-286. Doi:10.15232/S1080-7446(15)31641-7

23. Chen J, Wang W, Wang Z. Effect of nano-zinc oxide supplementation on rumen fermentation in vitro. Chinese Journal of Animal Nutrition. 201; 8: 023.

Stewart WC. Zinc AA supplementation alters yearling ram rumen bacterial communities but zinc sulfate supplementation does not. Journal of animal science. 2019; 97(2): 687-697 DOI:10.1093/jas/sky456

13. Mishra A, Swain RK, Mishra SK, Panda N, Sethy K. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks. Indian J Anim Nutr. 2014;31:384e8

14. Sahoo A, Swain RK, Mishra SK, Jena B. Serum biochemical indices of broiler birds fed on inorganic, organic and nano zinc supplemented diets. Int J Recent Sci Res. 2014(a);5:2078e81.

15. Sahoo A, Swain RK, Mishra SK. Effect of inorganic, organic and nano zinc supplemented diets on bioavailability and immunity status of broilers. Int J Adv Res. 2014(b);2:828e37.

16. Swain PS, Rao SBN, Rajendran D, Dominic G, Selvaraju S. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. Animal Nutrition. 2016;2(3):134-141. DOI: 10.1016/j.aninu.2016.06.003

17. Hilal EY, Elkhairy MAE, Osman OAO. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. Open J. Anim. Sci. 2016;6:304-324. Doi:10.4236/ojas.2016.64035

18. Сарымсакова БЕ, Розенсон РИ, Баттакова ЖЕ. Методические рекомендации по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007. 98 с. (In Russ)

19. Веселова ТА, Мальцева АА, Швец ИМ. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018. 187с. (In Russ)

20. NRC. Nutrient requirements of beef cattle, 8th rev. ed. Washington, DC: National Academies Press. 2015

21. Ott EA, Smith WH, Harrington RB, Beeson WM. Zinc toxicity in ruminants. I. Effect of high levels of dietary zinc on gains, feed consumption and feed efficiency of lambs. J. Anim. Sci. 1966; 25: 414-418. Doi:10.2527/jas1966.252414x

22. Gunter SA, Malcolm-Callis KJ, Duff GC, Kegley EB. Performance of steers supplemented with zinc during grazing and receiving at the feedlot. Prof. Anim. Sci. 2001;17:280-286. Doi:10.15232/S1080-7446(15)31641-7

23. Chen J, Wang W, Wang Z. Effect of nano-zinc oxide supplementation on rumen fermentation in vitro. Chinese Journal of Animal Nutrition. 201; 8: 023.

ОБ АВТОРАХ:

Шейда Елена Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, старший научный сотрудник института биоэлементологии, Оренбургский государственный университет сот.: 8-922-862-64-02, e-mail: elena-shejida@mail.ru; orcid.org/0000-0002-2586-613X

Мирошников Сергей Александрович, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных тел.: 8(3532)30-81-70, e-mail: vnims.or@mail.ru. orcid.org/0000-0003-1173-1952

Дускаев Галимжан Калиханович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник тел.: +7 (35-32) 30-81-70, e-mail: gduskaev@mail.ru. orcid.org/0000-0002-9015-8367

Рязанов Виталий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vita7456@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-0903-9561

Гречкина Виктория Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории тел. 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru orcid.org/0000-0002-1159-0531

ABOUT THE AUTHORS:

Sheida Elena Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory, Senior Researcher at the Institute of Bioelementology cell: 8-922-862-64-02, e-mail: elena-shejida@mail.ru, orcid.org/0000-0002-2586-613X

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of, tel.: 8(3532)30-81-70, e-mail: vnims.or@mail.ru

Duskaev Galimzhan Kalikhanovich, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher tel.: +7 (35-32) 30-81-70, e-mail: gduskaev@mail.ru

Ryazanov Vitaly Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, tel.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vita7456@yandex.ru

Grechikina Victoria Vladimirovna, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory tel. 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

УДК 631.95/.58.12:612.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-48-51>

исследования/ research

**Кван О.В.,
Сизова Е.А.,
Вершинина И.А.,
Камирова А.М.**

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, ул. 9 Января, 29, г. Оренбург, 460000, Россия
E-mail: kwan111@yandex.ru

Ключевые слова: минеральный обмен, полусинтетический рацион, цыплята-бройлеры, токсичность, метаболизм

Для цитирования: Кван О.В., Сизова Е.А., Вершинина И.А., Камирова А.М. Изучение влияния ультрадисперсных частиц меди и железа на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров, находящихся на полусинтетической диете. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 48–51.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-48-51>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Olga V. Kvan,
Elena A. Sizova,
Irina A. Vershinina,
Aina M. Kamirova**

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, January 9st., 29, Orenburg, 460000, Russia
E-mail: kwan111@yandex.ru

Key words: mineral metabolism, semi-synthetic diet, broiler chickens, toxicity, metabolism

For citation: Kvan O.V., Sizova E.A., Vershinina I.A., Kamirova A.M. Study of the effect of ultrafine particles of copper and iron on mineral metabolism in the body of broiler chickens on a semi-synthetic diet. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 48–51. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-48-51>

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.

Изучение влияния ультрадисперсных частиц меди и железа на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров, находящихся на полусинтетической диете

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сегодня перед отраслью животноводства стоит серьезная проблема, связанная с несбалансированным питанием сельскохозяйственных животных, что не позволяет в полной мере реализовать весь потенциал отрасли. В этой связи необходимо проведение исследований, направленных на поиски решения данной проблемы и выработки путей по обеспечению животных полноценным питанием. Целью данного исследования стало изучение влияния ультрадисперсных частиц (УДЧ) меди и железа на минеральный обмен и микробное разнообразие слепого отдела кишечника цыплят-бройлеров на полусинтетической диете.

Методы. Экспериментальные исследования для оценки влияния ультрадисперсных частиц меди и железа на обмен веществ у цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес, находящихся на полусинтетическом рационе, были проведены на 120 головах недельных цыплят-бройлеров, которых методом пробел вместо дефиса-пар-аналогов разделили на 4 группы ($n = 30$). Птица получала полусинтетический рацион (ПР) и полусинтетический рацион, дефицитный по микроэлементам, в нашей модификации (ПДР). I опытная группа получала УДЧ Cu в дозировке 2,5 мг/кг корма, а II опытная группа — УДЧ Fe в дозировке 2,5 мг/кг корма.

Результаты. Поглощение и метаболизм ультрадисперсных частиц меди и железа в теле птицы зависят от физико-химических свойств, таких как размер, форма и способ введения, а также дозы ультрадисперсных частиц меди и железа. Следовательно, настоящие результаты являются важным показателем возможностей применения УДЧ в качестве эффективного источника Cu и Fe для бройлеров.

Study of the effect of ultrafine particles of copper and iron on mineral metabolism in the body of broiler chickens on a semi-synthetic diet

ABSTRACT

Relevance. Today, the livestock industry is facing a serious problem associated with unbalanced nutrition of farm animals, which does not allow to fully realize the full potential of the industry. In this regard, it is necessary to conduct research aimed at finding a solution to this problem and developing ways to provide animals with good nutrition. The aim of this study was to study the effect of ultrafine particles (UFP) of copper and iron on mineral metabolism and microbial diversity of the caecum of broiler chickens on a semi-synthetic diet.

Methods. Experimental studies to assess the effect of ultrafine particles of copper and iron on the metabolism of broiler chickens of the Arbor Acres cross, which are on a semi-synthetic diet, were carried out on 120 week-old broiler chickens, which were divided into 4 groups ($n = 30$) by the method of pairs of analogues. The birds received a semi-synthetic diet (SR) and a semi-synthetic diet deficient in trace elements in our modification (SDR). The I experimental group received UFP Cu at a dosage of 2.5 mg/kg of feed, and the II experimental group received UFP Fe at a dosage of 2.5 mg/kg of feed.

Results. Absorption and metabolism of ultrafine parts of copper and iron in the body of a bird depend on the physico-chemical properties, such as size, shape and method of administration, as well as the dose of ultrafine particles of copper and iron. Therefore, the present results are an important indication of the potential for using UHF as an effective source of Cu and Fe for broilers.

Поступила в редакцию: 16 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 3 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 16 march 2022
Accepted in revised from: 3 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Проблема несбалансированного питания — одна из наиболее серьезных проблем, с которой сталкивается животноводство; результатом его может стать хроническое недоедание, адаптационная перестройка метаболизма, что может привести к эндокринной недостаточности, нарушению микроциркуляции в тканях, снижению неспецифических факторов защиты организма, а также нарушениям со стороны желудочно-кишечного тракта, что приводит к изменению биоценоза кишечника животных [1].

В экспериментальных исследованиях *in vivo*, особенно связанных с изучением влияния алиментарных факторов, исключительно важным компонентом является формирование базового рациона, обеспечивающего адекватное поступление макро- и микронутриентов. Оптимизация рационов для животных представляет собой важную задачу и требует постоянного внимания [2].

Для повышения воспроизводимости научных результатов, получаемых в разных лабораториях, в середине 70-х годов XX в. учеными были предложены несколько вариантов полусинтетических диет для биомедицинских исследований *in vivo*, в том числе — диета AIN-76, разработанная Американским институтом питания (*American Institute of Nutrition*, AIN). В Институте питания АМН СССР также были созданы несколько вариантов базовых рационов, включающих казеин, маисовый крахмал, лярд, сухие пивные дрожжи, витамины А и D, смесь минеральных солей, — первые прототипы полусинтетического казеинового рациона (ПКР) [3].

В настоящий момент активно изучаются потенциально перспективные эффекты УДЧ, в том числе металлов [4]. При этом большое значение придается наноматериалам как перспективным компонентам рациона животных [5]. Препараты металлических наночастиц находят все более широкое применение в качестве источников микроэлементов [6] и различных добавок [7], для повышения иммунитета животных [8], а также в качестве стимулирующих рост антибиотиков [9]. Это определяет необходимость изучения косвенного воздействия наноматериалов на гомеостаз сельскохозяйственных животных и птицы и кишечную микробиоту [10].

Применение и анализ макро- и микронутриентного состава полусинтетических рационов позволит в дальнейшем расширить современные представления о физиологических потребностях в нутриентах сельскохозяйственных животных.

В связи с этим целью данного исследования было изучить влияние ультрадисперсных частиц меди и железа на минеральный обмен в организме цыплят-бройлеров, находящихся на полусинтетическом рационе.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования на цыплятах-бройлерах кросса Арбор Айкрес проведены в условиях

экспериментально-биологической клиники (вивария) ФНЦ БСТ РАН (<https://цкп-бст.рф/>).

Для оценки влияния ультрадисперсных частиц Cu и Fe на обмен веществ в организме животных, находящихся на полусинтетическом рационе, было отобрано 120 голов недельных цыплят-бройлеров, которых методом-пар аналогов разделили на 4 группы ($n = 30$). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания и кормления. Продолжительность эксперимента составила 28 суток. Для решения поставленных задач использовали полусинтетический рацион, рекомендованный Scott (1969) (K_1), и полусинтетический рацион, дефицитный по микроэлементам, в нашей модификации (K_2). I опытная группа получала УДЧ Cu в дозировке 2,5 мг/кг корма, а II опытная группа — УДЧ Fe в дозировке 2,5 мг/кг корма. Поение цыплят — дистиллированной водой без ограничения.

В экспериментальных исследованиях в качестве источников микроэлементов были использованы модифицированные УДЧ Fe, Cu, предоставленные доктором биологических наук Н.Н. Глуценко (Институт энергетических проблем химической физики РАН, Москва). Материаловедческая аттестация препаратов включала электронную сканирующую и просвечивающую микроскопию на приборах JSM 7401F и JEM-2000FX («JEOL», Япония). Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре ДРОН-7.

В ходе экспериментальных исследований УДЧ были приготовлены путем диспергирования водных смесей частиц ультразвуком ($f = 35$ кГц, $N = 300$ (450) Вт, $A = 10$ мкм) в течение 30 минут, смешивание проводилось ступенчато.

Анализ элементного состава кормов и биосубстратов бройлеров включал определение 25 химических элементов: Ca, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, As, Cr, K, Na, P, Zn, I, V, Co, Se, Ti, Al, Be, Cd, Pb, Hg, Sn, Sr.

Таблица 1. Содержание эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в теле цыплят-бройлеров, мг/кг

Table 1. The content of essential and conditionally essential elements in the body of broiler chickens, mg/kg

Элементы	Группы			
	K_1	K_2	I опытная	II опытная
Li	0,18±0,02	0,22±0,01	0,36±0,012 ab	0,26±0,02
B	0,90±0,03	1,29±0,04	0,98±0,02	0,70±0,03 b
Si	488,30±23,10	458,90±31,80	487,90±25,40	453,50±31,40
V	0,71±0,03	0,75±0,04	0,72±0,06	0,74±0,03
Cr	4,45±1,11	4,41±1,09	8,49±1,32 ab	5,41±1,24
Mn	16,90±1,32	8,88±2,11	8,52±1,89 a	8,72±1,14 a
Fe	916,60±30,10	883,40±29,80	866,90±28,70	878,70±31,10
Co	4,07±1,45	0,40±0,02	0,27±0,03 ab	0,26±0,01 ab
Ni	6,12±1,21	5,63±1,45	4,69±2,11	5,42±1,89
Cu	24,60±2,36	21,50±2,45	17,70±2,14 a	17,50±1,89 a
Zn	383,40±25,60	339,90±18,90	288,40±19,20	286,6±21,10
As	0,19±0,001	0,24±0,0012	0,19±0,0014	0,16±0,0012 b
Se	4,77±1,24	19,50±2,36	13,30±2,45 ab	4,04±1,87 b
I	3,32±1,32	3,94±1,45	4,61±1,78	4,37±1,12

Примечание: а — достоверные изменения относительно K_1 ($p \leq 0,05$); b — достоверные изменения относительно K_2 ($p \leq 0,05$)

Таблица 2. Содержание токсичных элементов в теле цыплят-бройлеров, мг/кг

Table 2. The content of toxic elements in the body of broiler chickens, mg/kg

Элементы	Группы			
	K ₁	K ₂	I опытная	II опытная
Sr	29,20±1,31	27,90±1,87	18,30±1,98 ab	22,90±1,75
Cd	0,12±0,001	0,14±0,0012	0,13±0,0013	0,12±0,0011
Sn	0,13±0,001	0,12±0,0011	0,07±0,0009 ab	0,05±0,0012 ab
Hg	0,04±0,001	0,03±0,001	0,03±0,001	0,03±0,001
Pb	1,18±0,63	0,67±0,03	0,56±0,11 a	0,94±0,14
Al	1,63±0,74	1,13±0,68	0,79±0,12 a	0,61±0,14 ab

Примечание: а — достоверные изменения относительно K₁ ($p \leq 0,05$); b — достоверные изменения относительно K₂ ($p \leq 0,05$)

Исследование элементного состава кормов и биосубстратов животных производили в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22ПЯ05, от 24 декабря 2010г.) атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами исследования.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «Statistica 10.0» («StatSoft, Inc.», США). Результаты представлены в виде среднего арифметического значения (M) и стандартной ошибки среднего ($\pm SEM$). Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$ (t-критерий Стьюдента).

Результаты

Анализ эссенциальных и условно-эссенциальных элементов показал наличие достоверных различий таких элементов, как литий, бор, хром, марганец, кобальт, медь, мышьяк и селен (табл. 1).

Дополнительное включение УДЧ Cu в I опытной группы привело к достоверному увеличению ($p \leq 0,05$) лития в 2,00 и 1,64 раза в сравнении с контрольными группами. Применение УДЧ Fe способствовало достоверному снижению бора в 1,84 раза ($p \leq 0,05$) по отношению к K₂. Концентрация железа, никеля и цинка в опытных группах была снижена по отношению к контрольным группам, но изменения носили недостоверный характер.

Включение в полусинтетический рацион УДЧ Cu и Fe приводит к достоверному снижению ($p \leq 0,05$) марганца в 1,98 и 1,94 раза, кобальта — в 15,0 и 15,70 раза и меди — в 1,50 раза соответственно относительно K₁. По отношению к K₂ обнаружено достоверное снижение ($p \leq 0,05$) в опытных группах кобальта в 1,50 раза, селена — в 1,50 и 4,83 раза соответственно, кроме того, во II опытной группе — мышьяка в 1,50 раза. Однако показатель хрома в I опытной группе превысил контрольные группы в 1,90 раза ($p \leq 0,05$) соответственно.

По содержанию токсичных элементов в теле цыплят-бройлеров получены следующие результаты (табл. 2).

REFERENCES

1. Larjushina IE, Notova SV, Duskaeva AK, Tarasova EI. Influence of deficient nutrition on trace element status and antioxidant defense system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;341(1):012180.
2. Sagada G, Chen J, Shen B, Huang A, Sun L, Jiang J, Jin C. Optimizing protein and lipid levels in practical diet for juvenile northern snakehead fish (*Channa argus*). *Animal Nutrition*. 2017;3(2):156–163.

Включение УДЧ Cu и Fe в полусинтетический рацион цыплят-бройлеров способствовало снижению токсичных элементов. Так, в I опытной группе выявлено достоверное снижение стронция в 1,60 раза и 1,52 раза ($p \leq 0,05$) соответственно относительно контрольных групп. Уровень свинца также достоверно уменьшился в I опытной группе в 2,06 раза ($p \leq 0,05$) относительно K₁.

Содержание олова в опытных группах также достоверно снизилось в 1,86 и в 2,60 раза ($p \leq 0,05$) относительно K₁, а также в 1,71 и в 2,40 раза соответственно по отношению к K₂. Концентрация алюминия также достоверно уменьшилась в 2,06 и в 2,67 раза соответственно ($p \leq 0,05$) в сравнении с K₁, а также отмечено достоверное снижение во II опытной группе в 1,85 раза ($p \leq 0,05$) по отношению к K₂.

Установлено, что длительное введение УДЧ Fe не приводило к статистически значимому изменению уровня железа в теле птицы, что согласуется с результатами нашего исследования [16].

Включение УДЧ Cu и Fe в полусинтетический рацион цыплят-бройлеров способствовало снижению количества токсичных элементов, а также цинка. Наше исследование показало, что введение УДЧ Cu цыплятам уменьшало содержание цинка в теле. Это может быть связано с тем, что концентрация цинка регулируется металлотионеинами, которые представляют собой низкомолекулярные белки, богатые остатками цистеина [13]. Одна молекула металлотионеина способна связывать семь двухвалентных ионов цинка и до 12 одновалентных ионов меди. Избыточное поступление меди с пищей и повышенное связывание меди с металлотионеинами может привести к внеклеточному и внутриклеточному дисбалансу цинка [14]. Эти данные свидетельствуют о том, что изменение количества меди, содержащейся в рационе, может привести к нарушению обмена веществ. Предполагается, что медь, накопленная в кишечнике, снижает всасывание цинка, но не влияет на всасывание железа, что согласуется с полученными результатами [15].

Вывод

Поглощение и метаболизм ультрадисперсных частиц в теле птицы зависят от физико-химических свойств последних, что является важным показателем возможностей применения УДЧ в качестве эффективного источника Cu и Fe для бройлеров и дальнейшего их использования в кормлении сельскохозяйственной птицы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного Фонда № 20-16-00078.

3. Quinn L et al. Mo1268–Vitamin K Deficiency in Antibiotic-Treated, H. Pylori-Infected Male Ins-Gas Mice Fed a Semi-Synthetic Diet. *Gastroenterology*. 2019;156(6):S-740.
4. Yausheva E, Miroshnikov S, Sizova E. Intestinal microbiome of broiler chickens after use of nanoparticles and metal salts. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25(18):18109–18120.
5. Xu Y, Mao H, Yang C, Du H, Wang H, Tu J. Effects of chitosan nanoparticle supplementation on growth performance, humoral immunity, gut microbiota and immune responses after

lipopolysaccharide challenge in weaned pigs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2020;104(2):597-605.

6. Yausheva EV, Miroshnikov SA, Kosyan DB, Sizova EA. Nanoparticles in combination with amino acids change productive and immunological indicators of broiler chicken. *Agricultural Biology*. 2016;51(6): 912-920.

7. Sizova EA, Belyatskaya YN, Miroshnikov SA. Comparative study of efficiency and safety of using of different zinc and copper sources in broiler chicken feeding for poultry meat production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;624(1):012044.

8. Patra A, Lalhriatpui M. Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding—a review. *Biological trace element research*. 2020;197(1):233-253.

9. Reda FM, El-Saadony MT, Elnesr SS, Alagawany M, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation of biological curcumin nanoparticles on growth and carcass traits, antioxidant status, immunity and caecal microbiota of Japanese quails. *Animals*. 2020;10(5):754.

10. Sharif N, Khoshnoudi-Nia S, Jafari SM. Nano/microencapsulation of anthocyanins; a systematic review and

meta-analysis. *Food Research International*. 2020;132:109077.

11. Sizentsov AN, Kvan OV, Miroshnikova EP, Gavrish IA, Serdaeva V A, Bykov AV. Assessment of biotoxicity of Cu nanoparticles with respect to probiotic strains of microorganisms and representatives of the normal flora of the intestine of broiler chickens. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25(16):15765-15773.

12. Myers SA, Nield A, Myers M. Zinc transporters, mechanisms of action and therapeutic utility: implications for type 2 diabetes mellitus // *Journal of nutrition and metabolism*. 2012;2012:Article ID 173712.

13. Bjrkklund G. The role of zinc and copper in autism spectrum disorders // *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 2013;73(2):225-236.

14. Ognik K. et al. The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in drinking water on estimated intestinal absorption of iron, zinc, and calcium. *Poultry science*. 2016; 95(9):2045-2051.

Laledashti MA, Saki AA, Rafati AA, Abdolmaleki M. Effect of in-ovo feeding of iron nanoparticles and methionine hydroxy analogue on broilers chickens small intestinal characteristics. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2020;42:e46903.

ОБ АВТОРАХ:

Кван Ольга Вилориевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

Сизова Елена Анатольевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве», sizova.l78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6518-3632>

Вершинина Ирина Александровна, аспирант, gavrish.irina.ogu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9377-7673>

Камирова Айна Маратовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, ayna.makaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1474-8223>

ABOUT THE AUTHORS:

Kvan Olga Vilorievna, PhD, senior researcher, kwan111@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0561-7002>

Sizova Elena Anatolievna, doctor of biological, leading researcher, head of the center for Nanotechnologies in agriculture, sizova.l78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6518-3632>

Vershinina Irina Aleksandrovna, aspirant, gavrish.irina.ogu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9377-7673>

Kamirova Aina Maratovna, PhD, researcher, ayna.makaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1474-8223>



**AQUA
PRO EXPO**

Международная выставка

оборудования и технологий добычи, разведения и переработки рыбы и морепродуктов

11-13 апреля 2023
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



Организатор:



+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru



УДК 636.52/58.053

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-52-57>

исследования / research

**Аракчеева Е.Н.¹,
Забашта Н.Н.^{1,2},
Марченко А.Ю.¹,
Лисовицкая Е.П.¹,
Быченко Н.В.¹,
Москаленко Е.А.¹**

¹ Краснодарский научный центр зоотехнии и ветеринарии, ул. 1-я Линия, г. Краснодар, 1350004, Россия
E-mail: knivi@list.ru

² Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия
E-mail: thpkubsau@mail.ru

Ключевые слова: пробиотик, индейководство, убойный выход, живая масса, аминокислоты, микробиология, выход туши

Для цитирования: Аракчеева Е.Н., Забашта Н.Н., Марченко А.Ю., Лисовицкая Е.П., Быченко Н.В., Москаленко Е.А. Использование комплексной пробиотической добавки в кормлении индейки. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 52–57.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-52-57>

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 N. Arakcheeva¹,
Nicholai N. Zabashta^{1,2},
Alexandra Yu. Marchenko¹,
Ekaterina P. Lisovitskaya¹,
Natalia V. Bychenko¹,
Elena A. Moskalenko¹**

¹ Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 1st Linest., Krasnodar, 350004, Russia
E-mail: knivi@list.ru

² Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Kalininast., 13, Krasnodar, 350044, Russia
E-mail: thpkubsau@mail.ru

Key words: probiotic, turkey breeding, slaughter yield, live weight, amino acids, microbiology, carcass yield

For citation: Arakcheeva E.N., Zabashta N.N., Marchenko A.Yu., Lisovitskaya E.P., Bychenko N.V., Moskalenko E.A. Use of a complex probiotic supplement in turkey feeding. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 52–57. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-52-57>

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 комплексной пробиотической добавки в кормлении индейки

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Системы кормления и разведения птицы достигли высоких результатов развития при существенном улучшении генетического потенциала. В настоящее время балансировать рацион позволяют новейшие системы, способные автоматизировать производство кормов, а также схемы повышения эффективности порций. При таком подходе достигается равновесие всех питательных веществ, что приводит, в свою очередь, к уменьшению издержек производства. Пищевую ценность комбикормов повышают за счет внесения добавок различного происхождения. В нашем исследовании улучшение обменных процессов в организме птицы достигается за счет внесения в рацион кормовой добавки на основе пробиотиков. В статье приводятся результаты изучения и сравнения показателей мясной продуктивности индеек.

Методы. Объектом исследований служили индюшата кросса Хайбрид Конвертер. В основной рацион вводили добавку — Пролаксим-В. Предметами исследований являлись состав и питательная ценность рациона, динамика живой массы, прирост живой массы, морфологический состав тушки, химический состав, морфологические показатели крови, санитарно-гигиенические показатели. Биохимический состав образцов мяса исследовали в лабораториях испытательного центра «Аргус» ФБГНУ КНЦЗВ. Массовую долю влаги определяли с помощью высушивания навески по стандартной методике. Массовую долю белка — фотометрическим методом Кьельдаля, массовую долю жира — с использованием экстракционного аппарата Сокслета; массовую долю золы — методом озоления; энергетическую ценность находили по методу Александрова.

Результаты. Эксперимент показал, что включение в рацион индейки препарата, содержащего пробиотик Пролаксим-В, способно увеличить сохранность поголовья, живую массу, интенсивность их роста; наблюдается тенденция к снижению уровня условно-патогенной микрофлоры и повышению — полезной микрофлоры. Установлено, что вес используемых субпродуктов был значительно выше в опытной группе. В целом, продуктивность индейки, конкурентная способность готового продукта и рентабельность промышленных предприятий растет, тем самым привлекая новые источники финансирования в эту область сельского хозяйства.

Use of a complex probiotic supplement in turkey feeding

ABSTRACT

Relevance. Over the past decades, we have witnessed really big changes in the global livestock and poultry industry. Poultry feeding and breeding systems have reached high peaks of development with a significant improvement in genetic capacity. Currently, ration balancing is possible with the latest systems capable of automating feed production, as well as schemes to increase the efficiency of servings. With this approach, a balance of all nutrients is achieved, which in turn leads to a reduction in production costs. The nutritional value of compound feed is increased by adding additives of various origins. In our study, the improvement of metabolic processes in the body of a bird is achieved by introducing a feed additive based on probiotics into the diet. The article presents the results of studying and comparing indicators of meat productivity of turkeys.

Methods. The object of research was the turkey cross Hybrid Converter. An additive, Proloxim-B, was introduced into the main diet. The subjects of research were the composition and nutritional value of the diet, the dynamics of live weight, the increase in live weight, the morphological composition of the carcass, the chemical composition, morphological blood parameters, and sanitary and hygienic indicators. The biochemical composition of meat samples was studied in the laboratories of the testing center "Argus" of the FBGNU KNTsZV. The mass fraction of moisture was determined by drying the sample according to the standard method. The mass fraction of protein — by the Kjeldahl photometric method, the mass fraction of fat — using the Soxhlet extraction apparatus; mass fraction of ash — by the ashing method; the energy value was found by the Alexandrov method.

Results. The experiment showed that the inclusion of a preparation containing the Proloxim-B probiotic in the diet of a turkey helps increasing the safety of the livestock, live weight, and the intensity of their growth; there is a tendency to reduce the level of conditionally pathogenic microflora and increase that of beneficial microflora. It was found that the weight of the edible offal was significantly higher in the experimental group. In general, the productivity of the turkey, the competitiveness of the finished product and the profitability of industrial enterprises are growing, thereby attracting new sources of funding to this area of agriculture.

Поступила в редакцию: 15 апреля 2022

Одобрена после рецензирования: 20 мая 2022

Принята к публикации: 17 июня 2022

Received: 15 april 2022

Accepted in revised form: 20 may 2022

Accepted for publication: 17 june 2022

Введение

Положительное действие на организм животных, зоотехнические показатели, его интестинальную микрофлору оказывают кормовые добавки на основе молочнокислых микроорганизмов, обладающих пробиотическими свойствами [1]. Наиболее часто в роли пробиотиков для молодняка крупного рогатого скота, свиней и птицы используют штаммы лактобактерий, бифидобактерий, дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, некоторые штаммы кишечной палочки и др. Учеными отмечается положительное влияние пробиотических препаратов на динамику роста птиц. Синбиотическая кормовая добавка из комплекса пробиотических бактерий *Pr. shermanii*, *Az. vinelandii*, *Az. chroococcum* оказалась эффективной в составе рациона для перепелов и способствовала увеличению прироста живой массы по сравнению с контролем на 11,3% при 98% сохранности птицы и меньших чем в контроле на 12,6% затратах корма. Также наблюдалось снижение титра патогенной кишечной палочки с 10^3 КОЕ/мл до 10^2 КОЕ/мл [2, 3].

В исследованиях авторов получены доказательные результаты по стабилизации кишечного микробиоценоза у животных, получающих пробиотические препараты в качестве лечебно-профилактических средств при гастроэнтеритах телят, поросят, цыплят, вызываемых патогенными и условно-патогенными бактериями и как средство терапии для восстановления полезной микрофлоры кишечника после применения антибиотиков в хозяйственных условиях [4]. В опыте на поросятах по изучению влияния пробиотического симбиотика на основе *Streptococcus lactis* и *Lactobacillus acidophilus* улучшился качественный состав микрофлоры. Количество лактобактерий, лактококков и бифидобактерий в кишечнике по сравнению с контролем повысилось более чем в 100 раз. Приросты живой массы свиней повысились на 6,6% [5]. Авторами разработан способ кормления свиней пробиотической добавкой МКЗ на основе консорциума штаммов молочнокислых бактерий *S. salivarius*, *S. thermophilus*, *Propionibacterium freidenreichii*, *L. plantarum*, *L. acidophilus* [6].

Пробиотический штамм на основе *Streptococcus vestibularis* СЛК-92 широкого антибактериального пролонгированного действия в отношении многих родов и видов патогенных бактерий эффективно применен для профилактики инфекционной диареи новорожденных телят бактериальной этиологии [7].

Пробиотики оказывают положительное влияние на организм животного, помогают восстановить пищеварение, биологический статус и иммунный ответ [8].

С целью определения эффективности влияния нового кормового пробиотика на ростовые показатели, мясную продуктивность и качество мяса индеек нами проведены исследования кормовой добавки Пролаксим-В.

Методика проведения исследований

Объектом для начала проведения научно-хозяйственного опыта служили семидневные индюшата кросса Хайбрид Конвертер.

Изучение использования новой комплексной пробиотической добавки в опытном кормлении индюшат кросса Хайбрид Конвертер с целью определения влияния пробиотической кормовой добавки Пролаксим-В на ростовые показатели, мясную продуктивность и ка-

чество мяса индеек проведено в фермерском хозяйстве ИП Ермакова с марта по июнь 2021 года (х. Копанской, Краснодар, Краснодарский край) на семидневных индюшатах кросса Хайбрид Конвертер.

Предметами исследований являлись: пробиотическая кормовая добавка Пролаксим-В, динамика живой массы индейки по периодам роста, прирост живой массы, убойные показатели, морфологический состав тушки, химический состав мяса, микрофлора пищеварительного тракта птицы. Рядом авторов установлено положительное влияние пробиотического препарата Пролаксим-В на рост, развитие, микрофлору кишечника при выращивании цыплят-бройлеров [9].

Добавка Пролаксим-В представляет собой композицию живых лакто- и пропионовых молочнокислых бактерий — лиофилизированную однородную массу от белого до кремового цвета, легко растворимую в воде. Пролаксим-В применяли для стабилизации микрофлоры кишечника продуктивных птицы. Молочнокислые микроорганизмы способствуют ферментации корма и образованию молочной кислоты, тем самым снижают высокое значение pH, делая его некомфортным для размножения гнилостной микрофлоры [10].

Поголовье в 300 индюшат кросса Хайбрид Конвертер разделили на две группы и выращивали до убоя (семинедельного возраста). Птицу контрольной группы обеспечили основным сбалансированным рационом (ОР), а опытной — ОР и дополнено добавкой Пролаксим-В (табл. 1).

В основной рацион опытной группы вводили с помощью дозаторного устройства в систему водопоя в количестве 0,2 мл на гол./сут. пробиотическую добавку — Пролаксим-В.

Для определения живой массы птицу взвешивали утром, до кормления. Сравнение показателей мясной продуктивности индеек кросса Хайбрид Конвертер проводили в четырехмесячном убойном возрасте, являющемся предпочтительным для реализации на мясо. Мясную продуктивность исследовали по основным показателям: убойной живой массы, количеству мяса в тушке, качеству мясного сырья. Аналитические исследования проводили стандартными методами в лабораториях испытательного центра «Аргус» ФБГНУ КНЦЗВ. Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ 9793–2016. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги; массовую долю белка — фотометрическим методом Кельдаля согласно ГОСТ 25011–2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка; массовую долю жира — с использованием экстракционного аппарата Сокслета согласно ГОСТ 23042–2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира; массовую долю золы — согласно ГОСТ 31727–2012. (ISO 936:1998) Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы; энергетическую ценность — расчетным путем. Содержание птицы — в соответствии с тех-

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта, n = 150*

Table 1. Scheme of scientific and economic experiment, n = 150*

Показатель	Группа	
	I, контрольная	II, опытная
Продолжительность опыта, сут.	119	
Особенности кормления	ОР (основной рацион)	ОР + Пролаксим-В (с питьевой водой 0,2 мл на гол./сут.)
Примечание: *n — количество голов в группе		

нологией, принятой в хозяйстве: напольное, на глубокой подстилке, без выгула, в сухом помещении.

Кормление индеек осуществляли комбикормами фирмы «Южная корона», сбалансированными по питательности в зависимости от периода роста и откорма (старт, рост — финиш) (табл. 2, 3). Поение происходило самоклевом из полуавтоматических кормушек и конусных подвесных поилок. Пробиотик вносили в воду в количестве 0,2 мл на голову в сутки на протяжении всего опыта.

Контрольный убой птицы провели после четырех месяцев (119 дней) содержания и кормления. Предубойная выдержка составила 8 часов. Птицу на убой отбирали по живой массе, максимально приближенной к средней по группе ($n = 10_{\text{♀}} + 10_{\text{♂}}$). Разделку и обвалку потрошенных тушек индеек и индюков проводили по стандартной методике Всероссийского научно-исследовательского института птицеперерабатывающей промышленности.

Результаты исследований и обсуждение

Установлено, что через 4 недели от начала опытного периода живая масса индеек и индюков опытной группы достоверно превышала контрольные показатели соответственно на 5,4 и 14,8% (табл. 4).

Установлено, что темп роста индеек и индюков опытной группы был выше контроля на 5,9 и 8,1% соответственно. Это, возможно, связано с более интенсивным усвоением птицей питательных веществ комбикорма за счет введения в рацион с питьевой водой пробиотической добавки Пролаксим-В. Характеристики скорости роста индеек и индюков по абсолютному приросту живой массы за опытный период представлены на диаграмме (рис. 1).

Эффективность применения исследуемой пробиотической добавки Пролаксим-В определяли сравнительной оценкой мясной продуктивности птицы по убойным показателям в опытной группе по отношению к контролю (табл. 5).

Из данных таблицы 5 видно, что птица опытной группы достоверно превосходила контрольную группу в отношении общего выхода грудных и бедренных мышц, как у индеек, так и у индюков, соответственно на 4,1 и 4,3%. При оценке мясной продуктивности важным является отношение съедобных частей тушки к несъедобным. Показательна масса

Таблица 2. Состав комбикорма для индейки

Table 2. Feed composition for turkey

Период, недель	Комбикорм (основной рацион)		
	Старт (ПК-11)	Рост — финиш (ПК-12)	Норма кормления кг/гол./сут.
1–8	+	–	3,9
9–17	–	+	15,72
1–17	+	+	19,62

Таблица 3. Питательная ценность основного рациона (ОР)

Table 3. Nutritional value of the main diet (general diet)

Показатель	Комбикорм	
	Старт (ПК-11)	Рост — финиш (ПК-12)
ОЭ (min*), ккал/100 г	295,0	308,0
Массовая доля сырого протеина (min), %	27,00	22,00
Массовая доля сырого жира (max**), %	4,85	5,63
Массовая доля сырой клетчатки (max), %	4,10	5,05
Массовая доля кальция (min), %	1,41	1,18
Массовая доля усвояемого фосфора (min), %	0,65	0,58
Массовая доля натрия (min), %	0,17	0,13
Массовая доля лизина (min), %	1,68	1,40
Массовая доля метионина+ цистина (min), %	1,08	0,84
Массовая доля влаги (max), %	14,00	13,50

Примечание: * min — минимальное значение, ** max — максимальное содержание компонента

Таблица 4. Динамика живой массы птицы за опытный период, г ($n = 10_{\text{♀}} + 10_{\text{♂}}$)

Table 4. Poultry live weight dynamics for the experimental period, g ($n = 10_{\text{♀}} + 10_{\text{♂}}$)

Возраст, недель	I группа — контрольная	II группа — опытная
Индейки		
1	165,00±3,15	170,00±2,89
4	925,00±12,15	980,00±14,84
8	3210,00±49,67	3690,00±51,32
12	6321,00±141,13	7145,00±154,17
17	9894,00±153,61	10752,00±166,12**
Индюки		
1	175,00±3,28	180,00±3,11
4	968,00±15,90	1040,00±19,27
8	4150,00±61,19	4730,00±74,11
12	9050,00±144,21	9964,00±157,39
17	15877,00±154,73	16857,00±158,31**
Относительный суточный прирост живой массы птицы за опытный период, г		
Индейки		
1–4	27,14±2,40	28,93±3,1
5–8	81,61±3,30	96,79±3,50
9–12	111,11±11,20	123,39±14,00
13–17	127,61±12,00	128,82±11,60
1–17	86,87±2,50	94,48±2,10*
Индюки		
1–4	28,32±2,36	30,71±2,78
5–8	113,64±7,32	131,79±8,22
9–12	175,00±11,21	186,93±9,50
13–17	243,82±12,8	246,18±10,65
1–17	140,20±2,40	148,90±1,70*

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

Рис. 1. Скорость роста птицы**Fig. 1.** Poultry growth rate

1–17 недель	I группа – контрольная	II группа – опытная
Индейки	9729,00±150,23	10582,00±154,09
Индюки	15712,00±143,35	16677,00±145,21

Таблица 5. Убойные показатели опытной птицы, $n = 10\text{♀} + 10\text{♂}$ ($M \pm m$)**Table 5.** Slaughter indicators of an experiment poultry, $n = 10\text{♀} + 10\text{♂}$ ($M \pm m$)

Показатель	Группа	
	I, контрольная	II, опытная
Индейки		
Предубойная масса, г	9894,00±76,47	10752,00±83,89
Масса потрошенной тушки, г	7744,00±79,15	8777,00±92,15
Убойный выход, %	78,27	81,63
Выход грудных мышц, %	22,69	25,76
Выход бедренных мышц, %	7,55	8,60
Общий выход грудных и бедренных мышц, %	30,24	34,36*
Индюки		
Предубойная масса, г	158 77,00±103,18	16857,00±108,65*
Масса потрошенной тушки, г	125 60,00±117,65	13922,00±121,19*
Убойный выход, %	79,11	82,59*
Выход грудных мышц, %	24,06	27,23
Выход бедренных мышц, %	8,31	9,47
Общий выход грудных и бедренных мышц, %	32,37	36,70*

Примечание: * — $p < 0,05$ **Таблица 6.** Соотношение съедобных и несъедобных частей в тушке, % ($n = 10\text{♀} + 10\text{♂}$)**Table 6.** The ratio of edible and inedible parts in the carcass, % ($n = 10\text{♀} + 10\text{♂}$)

Группа	Съедобные части	Несъедобные части
Индейки		
Контрольная	56,2	43,8
Опытная	59,0*	41,0*
Индюки		
Контрольная	56,5	43,5
Опытная	58,4*	41,6*

Примечание: * — $p < 0,05$

съедобных: мышечного желудка, печени, сердца, почек — и несъедобных отходов, в том числе пера, лап, крови и т.д. (табл. 6).

Масса съедобных субпродуктов тушки была достоверно выше в опытной группе по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Количество несъедобных частей в опытной группе было достоверно меньше, чем в контроле ($p < 0,05$).

Сравнительный химический анализ белого мяса грудки и красного мяса бедра показал, что содержание массовой доли влаги и жира в белом и красном мясе, как в контрольной, так и в опытно-й г—упах, у индеек и индюков — достоверно не отличалось ($p > 0,05$), и, вероятно, органолептически определяемая сухость грудки не зависит от содержания в ней влаги и жира. Белка в мышечной ткани грудки и бедра как у индеек, так и у индюков было достоверно больше в опытной группе по сравнению с контролем (табл. 7).

В опыте установлено, что постоянная добавка пробиотика Пролаксим-В в основной рацион в составе питьевой воды, в неизменном количестве 0,2 мл на гол./сут., индюшатам от недельного возраста до убоя птицы в 119 дней способствовала снижению уровня условно-патогенной микрофлоры и повышению уровня полезной микрофлоры в пищеварительном тракте птицы (табл. 8).

При добавлении в рацион добавки, содержащей пробиотик Пролаксим-В, в пищеварительном тракте индеек наблюдалось снижение уровня условно-патогенной микрофлоры на 2 (энтерококки) — 3 (дрожжи) порядка. Молочно-кислые бактерии (*Bifidobacillus* и *Lactobacillus*) достоверно преобладали в микрофлоре опытной группы соответственно на 2 и 3 порядка. Патогенные микроорганизмы не выявлены в обеих группах опыта. В результате аналогичного изучения авторами микробиоценоза пищеварительной системы клинически здоровых индеек он был представлен: *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter diversus*, *Bifidobacterium* spp. и *Lactobacillus* spp. [10]. В микрофлоре пищеварительной системы птицы преобладали, как и в нашем опыте, бактерии родов *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp.

Выводы

Включение в рацион индейки пробиотической кормовой добавки Пролаксим-В способствует снижению уровня условно-патогенной микрофлоры пищеварительного тракта птицы на 2 (энтерококки) — 3 (дрожжи) порядка и обогащению микробиоты бифидобактериями

Таблица 7. Химический состав мяса, n = 10♀ + 10♂ (M±m)

Table 7. Chemical composition of meat, n = 10♀ + 10♂ (M±m)

Показатели	Индейки		Индюки	
	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа
Белое мясо (грудка)				
Влага, %	72,36±2,18	71,61±1,97	73,36±2,14	72,61±1,85
Белок, %	21,85±0,22	22,73±0,27*	21,15±0,19	22,24±0,27*
Жир, %	3,20±0,04	3,02±0,05	2,83±0,06	2,55±0,05
Энергетическая ценность, ккал/100 г	125,10	127,10	119,30	120,80
Красное мясо (бедро)				
Влага, %	73,15±1,89	72,31±2,11	73,97±1,95	73,00±1,84
Белок, %	19,35±0,19	20,32±0,23*	18,84±0,20	20,02±0,28*
Жир, %	5,11±0,05	4,95±0,04	4,77±0,06	4,44±0,07
Энергетическая ценность, ккал/100 г	132,20	134,70	126,90	129,10
Примечание: * — p < 0,05				

Таблица 8. Микробиота пищеварительного тракта птицы, n = 10♀ + 10♂

Table 8. Microbiota of the turkey digestive tract, n = 10♀ + 10♂

Показатель	Норма, КОЕ/г	I группа, контрольная, КОЕ/г	II группа, опытная, КОЕ/г
Нормальная микрофлора			
Эшерихии (<i>Escherichia</i>): лактозонегативные, лактозопозитивные	до 10 ⁷	5·10 ⁵	1·10 ⁵
Клостридии (<i>Clostridium</i>), спорообразующие анаэробы	до 10 ⁵	1·10 ²	10 ²
Бифидобактерии (<i>Bifidobacillus</i>)	до 10 ¹⁰	10 ⁵	10 ⁷
Лактобактерии (<i>Lactobacillus</i>)	от 10 ⁶	5·10 ⁶	1·10 ⁹
Условно-патогенная микрофлора			
Энтерококки (<i>Enterococcus</i>)	10 ⁶	2·10 ⁶	5·10 ⁴
<i>Klebsiella, Proteus, Citrobacter, Enterobacter</i>	0–10 ⁵	–	–
Псевдомонады (<i>Pseudomonas</i>)	0–10 ⁸	–	–
Стафилококки (<i>S. aureus, S. epidermidis</i>)	10 ³ –10 ⁴	–	–
Дрожжи	до 10 ³	1·10 ³	2,5·10 ²
Патогенная микрофлора			
Сальмонелла (<i>Salmonella</i>)	0	–	–
Иерсиния (<i>Yersinia</i>)	0	–	–
<i>Escherichia coli</i> энтеропатогенная	0	–	–
Токсигенные клостридии (<i>Clostridium histolyticum</i>)	0	–	–
Плесени (<i>Aspergillus, Fusarium</i> и другие)	0	–	–

(*Bifidobacillus*) и лактобактериями (*Lactobacillus*) соответственно на 2 и 3 порядка.

Водорастворимая пробиотическая кормовая добавка Пролаксим-В в составе питьевой воды рациона при выращивании индейки для получения качественного мясного сырья позволила за четыре месяца откорма повысить скорость роста (абсолютный прирост живой массы) индеек и индюков по сравнению с контролем без добавки на 8,8 и 6,1%. Относительный суточный при-

рост живой массы индеек и индюков за период откорма в группе с пробиотиком был выше контрольного на 8,8 и 6,2%. Добавка позволила улучшить общий выход грудных и бедренных мышц как у индеек, так и у индюков, соответственно на 4,1 и 4,3% при убойном выходе 81,6 и 82,6%.

В мясе индеек и индюков опытной группы с Пролаксим-В было достоверно больше белка по сравнению с контролем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качество и безопасность мяса свиней мясных продуктов для детского питания / Н.Н. Забашта, Н.В. Соколов, Е.Н. Головки [и др.] // Мясная индустрия. 2013. № 6. С. 16–19.
2. Ohimain, E. The Effect of Probiotic and Prebiotic Feed Supplementation on Chicken Health and Gut Microflora / E. Ohimain, R. Ofongo // A Review Int. J. Anim. Veter. Adv. 2012. 4(2). P. 135–143.
3. Петенко, А.И. Получение и применение функциональной биодобавки для перепелов на основе микробной конверсии растительного сырья. / А.И. Петенко, Е.С. Волобуева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 8(193). С. 9–24.
4. Денисенко, Е.А. Пробиотики для свиней. / Е.А. Денисенко, Н.Н. Забашта, Е.Н. Головки // Сборник научных статей по материалам IX международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию юбилею факультета технологического менеджмента «Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». Ставрополь, 2014. С. 147–153.
5. Забашта, Н.Н. Головки Е.Н. Симбиотик для продуктивных свиней, выращиваемых на органическое мясное сырье. Сб. по мат. IV науч.-практ. конф. Краснодар, 2018. С. 215–223.
6. Патент RU 2 364 406. Способ получения пробиотической закваски для животных / Трофименков В. Н. М., 2008. 6 с.
7. Патент №2317328. Штамм *Streptococcus vestibularis* SLK-92, используемый для изготовления пробиотического препарата, предназначенного для профилактики и лечения бактериальных кишечных инфекций молодняка сельскохозяйственных животных / Аверенкова М.Г., Каврук Л.С., Клево Е.И., Ковалев Ю.Н., Левчук В.П., Светоч Э.А. / М., 2008. 4 с.
8. The influence of a complex of probiotic cultures on intensity of development the animals / N.A. Ozheredova, E.V. Svetlakova, M.N. Verevkina, Simonov A.N., Vasiliev N.V. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Т. 7. – № 2. – P. 716–720.
9. Корректировка микробиоценоза птицы комплексом кислотомолочных и пропионовых микроорганизмов / П.В. Мирошниченко, С.Э. Лазарев, В.В. Меньшенин, Е.П. Лисовицкая // Ветеринария Кубани. – 2021. – № 5 – С. 23–25.
10. Лопарёва, Н.П. Видовой состав микрофлоры пищеварительной системы индеек бройлеров в ранний период онтогенеза. / Н.П. Лопарёва, В.И. Плешакова, Н.А. Лещёва // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – 3(35) – С. 63–68.

ОБ АВТОРАХ:

Аракчеева Елена Николаевна, аспирант, младший научный сотрудник. Тел.: 8-918-018-62-80; e-mail: lenochka.arakcheeva@bk.ru. ORCID: 0000-0003-4805-6348.

Забашта Николай Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Тел.: 8-918-44-00-956; e-mail: n.zabashta@bk.ru. ORCID: 0000-0002-1319-716X.

Головки Елена Николаевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. Тел.: 8-988-356-05-16; e-mail: martinija@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-6764-4682.

Лисовицкая Екатерина Петровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Тел.: 8-952-825-37-05; e-mail: lisovickaya.ekaterina@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1933-6458.

Марченко Александра Юрьевна, аспирант, младший научный сотрудник. Тел.: 8-962-852-00-74; e-mail: k-a-u_91@list.ru. ORCID: 0000-0003-1314-0195.

Быченко Наталья Владимировна, научный сотрудник. Тел.: 8-918-655-36-86; e-mail: bychenko-n@bk.ru. ORCID: 0000-0002-9851-7221.

Москаленко Елена Александровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Тел.: 8-938-473-75-05; e-mail: elena.moskalenko@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8499-9426.

REFERENCES

1. Zabashta, N.N. Kachestvo i bezopasnost' myasa svinej myasnyh produktov dlya detskogo pitaniya / N.N. Zabashta, N.V. Sokolov, E.N. Golovko [and others]. Myasnaya industriya. 2013. № 6. P. 16–19 (In Russ.).
2. Ohimain, E. The Effect of Probiotic and Prebiotic Feed Supplementation on Chicken Health and Gut Microflora / E. Ohimain, R. Ofongo // A Review Int. J. Anim. Veter. Adv. 2012. 4(2). P. 135–143.
3. Petenko, A.I. Poluchenie i primenenie funkcional'noj biodobavki dlya perepelov na osnove mikrobnoj konversii rastitel'nogo syr'ya. Kormlenie sel'skhozaystvennykh zhivotnyh i kormoproizvodstvo / A.I. Petenko, E.S. V olobueva. 2021. № 8(193). P. 9–24 (In Russ.).
4. Denisenko, E.A. Probiotiki dlya svinej / E.A. Denisenko, N.N. Zabashta, E.N. Golovko // Sbornik nauchnykh statej po materialam IX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letnemu yubileyu fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta «Innovacii i sovremennye tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skhozaystvennoj produkcii». Stavropol', 2014. P. 147–153 (In Russ.).
5. Zabashta, N.N. Simbiotik dlya produktivnykh svinej, vyrashchivaemykh na organicheskoe myasnoe syr'e / N.N. Zabashta, E.N. Golovko // Sb. po mat. IV nauch.-prakt. konf. Krasnodar, 2018. P. 215–223 (In Russ.).
6. Patent RU 2 364 406. Sposob polucheniya probioticheskoy zakvaski dlya zhivotnykh / Trofimenkov V. N. M., 2008. 6 p. (In Russ.).
7. Patent №2317328. Shtamm *Streptococcus vestibularis* SLK-92, ispol'zuemyj dlya izgotovleniya probioticheskogo preparata, prednaznachennogo dlya profilaktiki i lecheniya bakterial'nykh kishhechnykh infekcij molodnyaka sel'skhozaystvennykh zhivotnykh / Averkova M.G., Kavruk L.S., Klevo E.I., Kovalev YU.N., Levchuk V.P., Svetoch E.A. / M., 2008. 4 p. (In Russ.).
8. The influence of a complex of probiotic cultures on intensity of development the animals / N.A. Ozheredova, E.V. Svetlakova, M.N. Verevkina, Simonov A.N., Vasiliev N.V. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Т. 7. – № 2. – P. 716–720.
9. Correction of poultry microbiocenosis by a complex of fermented milk and propionic microorganisms / P.V. Miroshnichenko, S.E. Lazarev, V.V. Menshenin, E.P. Lisovitskaya // Veterinary Medicine of Kuban. – 2021. – №. 5 – P. 23–25 (In Russ.).
10. Loparyova, N.P. Vidovoj sostav mikroflory pishchevaritel'noj sistemy indeek brojlerov v rannij period ontogeneza / N.P. Loparyova, V.I. Pleshakova, N.A. Leshchyova // Vestnik Omskogo GAU. – 2019 – 3(35) – P. 63–68 (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Arakcheeva Elena Nikolaevna, postgraduate student, junior researcher. Tel.: 8-918-018-62-80; e-mail: lenochka.arakcheeva@bk.ru. ORCID: 0000-0003-4805-6348.

Zabashta Nikolai Nikolaevich, Doctor of agricultural sciences, professor. Tel.: 8-918-44-00-956; e-mail: n.zabashta@bk.ru. ORCID: 0000-0002-1319-716X.

Golovko Elena Nikolaevna, Doct. Sc. of biological, leading researcher. Tel.: 8-988-356-05-16; e-mail: martinija@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-6764-4682.

Lisovitskaya Ekaterina Petrovna, Candidate of technical sciences, senior researcher. Tel.: 8-952-825-37-05; e-mail: lisovickaya.ekaterina@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1933-6458.

Marchenko Alexandra Yurievna, postgraduate student, junior researcher. Tel.: 8-962-852-00-74; e-mail: k-a-u_91@list.ru. ORCID: 0000-0003-1314-0195.

Bychenko Natalya Vladimirovna, researcher. Tel.: 8-918-655-36-86; e-mail: bychenko-n@bk.ru. ORCID: 0000-0002-9851-7221.

Moskalenko Elena Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher. Tel.: 8-938-473-75-05; e-mail: elena.moskalenko@mail.ru. ORCID: 0000-0002-8499-9426.

УДК УДК 638.145.3

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-58-61>

исследования/ research

Алиева В.Р.

Центр пчеловодства Научно-исследовательско-
го института животноводства, пос. Фирузабад,
г. Гейгель, AZ2500, Азербайджан
E-mail: vusale25@inbox.ru

Ключевые слова: трутень, пчелиная матка,
разведение, селекция, популяция

Для цитирования: Алиева В.Р. Морфометри-
ческая оценка трутней селекционно-племен-
ной группы Кабахтапинской популяции серой
горной кавказской породы (*Apis mellifera*
caucasica Gorb.). Аграрная наука. 2022; 360
(6): 58–61.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-58-61>

Автор несет ответственность за работу
и представленные данные.

Vusale R. Aliyeva

Beekeeping Center of the Scientific Research
Institute of Animal Husbandry, settlement Firuza,
Goygolbad, AZ2500, Azerbaijan

Key words: queen bee, male bee, breeding,
selection, population

For citation: Aliyeva V.R. Morphometric
evaluation of the male bee of the selection and
breeding group of the Kabakhtapa population
of the Gray Mountain Caucasian breed (*Apis*
mellifera caucasica Gorb.). Agrarian Science.
2022; 360 (6): 58–61. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-58-61>

The author bear responsibility for the work and
presented data.

Морфометрическая оценка трутней селекционно-племенной группы Кабахтапинской популяции серой горной кавказской породы (*Apis* *mellifera caucasica* Gorb.)

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Генофонд пчел Азербайджана составляют две породы пчел — серая горная кавказская порода и желтая кавказская порода. Эти породы объединяют в себе 5 популяций. Среди этих популяций особенно выделяется Кабахтапинская популяция, которая считается «золотой пчелой» генофонда Азербайджана. С целью защиты и улучшения генофонда пчел впервые в Азербайджанских условиях были проведены исследования, связанные с созданием новой высокопродуктивной селекционно-племенной группы путем проведения массового индивидуального отбора и селекции в пчелиных семьях Кабахтапинской популяции серой горной кавказской породы.

Методы. Биометрический анализ собранных материалов, составление серий вариаций, начиная с коррекции кривой вариации, среднего (M), стандартного отклонения (δ), коэффициента вариативности (V), ошибки среднего (m), критерий надежности (t) определены как ключевые показатели.

Результаты. По результатам исследовательской работы было установлено, что существует прямая корреляционная связь между увеличением факторного дохода в природе в связи с сезоном, силой пчелиной семьи, количеством ульев в гнезде и улучшением качества экстерьерных показателей трутней. Обнаружено, что в благоприятных летних условиях пчелы выводят в улье трутней лучшего качества по сравнению с неблагоприятными весенними условиями, так как длина хоботка у летных пчел была на 6,5%, длины верхней части третьего сустава — на 1,3% и длина нижней части третьего сустава — на 1,6% больше по сравнению с весенней группой пчел. В весенний период, когда пчелиным семьям был обеспечен дополнительный пчелиный прирост и подкорм для улья, получалось выращивать таких высококачественных трутней, как и в летний сезон. Пчелиные семьи, которым были даны прирост и подкормка, выводили трутней, которые были на 4,8% больше в длине, на 1,2% — в длине верхней части третьего сустава и на 1,1% — в длине нижней части третьего сустава, на 1,0% — в длине крыла, на 1,0% — в ширине крыла; кубитальный индекс также был на 2,0% больше.

Morphometric evaluation of the male bee of the selection and breeding group of the Kabakhtapa population of the Gray Mountain Caucasian breed (*Apis mellifera* *caucasica* Gorb.)

ABSTRACT

Relevance. The gene pool of bees in Azerbaijan consists of two bee breeds — the Gray Mountain Caucasian and the Yellow Caucasian bees. These breeds combine 5 populations. Among these populations, the Kabakhtapa population stands out, which is considered the “golden bee” of the gene pool of Azerbaijan. In order to protect and improve the gene pool of bees, in Azerbaijan conditions were carried out researches related to the creation of a new highly productive selection and breeding group through mass, individual selection and selection in bee colonies of the Kabakhtapa population of the Gray Mountain Caucasian breed.

Methods. Biometric analysis of the collected materials, compilation of a series of variations, starting with correction of the variation curve, mean (M), standard deviation (δ), coefficient of variation (V), error of mean (m), reliability criterion (t) were defined as key indicators.

Results. In the spring, when bee colonies have been provided with additional bee growth and feeding for the hive, it is possible to grow high-quality male bees, as in the summer season. Bee colonies which were given growth and feed were able to grow male bees, that were bigger by 4,8% in the length, by 1,2% — in the length of the upper part of the third joint and by 1,1% — in the length of the lower part of the third joint, by 1,0% — in the wing length, by 1,0% — in the wing width; the cubital index was also bigger by 2,0%.

Поступила в редакцию: 25 февраля 2022
Одобрена после рецензирования: 4 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 25 february 2022
Accepted in revised from: 4 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение.

Генофонд пчел Азербайджана составляют две породы — серая горная кавказская порода и желтая кавказская порода. Эти породы объединяют в себе 5 популяций. Среди них особенно выделяется Кабахтапинская популяция, которая считается «золотой пчелой» генофонда Азербайджана.

Кабахтапинские пчелы (*Populatio Wabaqkendik Sultanov*) — одна из популяций серой горной кавказской породы, сформировавшаяся в Азербайджане в селе Кабах-Тале в горном районе Дашкесан. Пчелы Кабахтапинской популяции светло-серого цвета, окраска брюшка маток темно-коричневая, пчелы длиннохоботные (6,9 мм). Благодаря высокой плодовитости маток пчелы способны выращивать большое количество расплода [1]. Они не агрессивны и отличаются очень спокойным, покладистым характером, легко переключаются с одного вида медоносных растений на другой, и даже при относительно слабом сборе делают значительные запасы меда. Этому в определенной степени способствует характерное поведение рабочих пчел, которое заключается в ограничении яйцекладки матки и полном переключении на сбор меда [2].

Физиологическое качество пчел зависит от матки, трутней и условий жизни. Основная задача трутней в семье — участвовать в оплодотворении маток. Трутни весят около 200 миллиграммов, что в 2–2,5 раза больше, чем рабочие пчелы [3], они достигают половой зрелости на 12–14-й день своей жизни, а иногда и позднее (на 20-й день) [4]. Матка спаривается с трутнями в воздухе во время полета, в наиболее теплое время дня. После осеменения матки трутень погибает, так как часть его полового органа отрывается и остаётся в половой системе матки [5].

Трутни играют неоценимую роль в улучшении наследственности следующего поколения — маток, рабочих пчел и трутней.

Разведение высокоплодовитых маток зависит от качества трутней и генотипических характеристик семей, которые их выращивают [6]. Важно выращивать в улье трутней, обладающих физической и физиологической силой, потому что качество матки зависит от здоровья трутней, которые ее оплодотворяют, ее половой зрелости и количества самцов, участвующих в спаривании.

Некоторые условия окружающей среды и состояния внутри улья могут повлиять на качество и жизнеспособность трутней в целом и их спермы в частности. Факторы окружающей среды, включая питание, температуру, время года и возраст, могут влиять на репродуктивное здоровье. Разведение качественных трутней на пасеке зависит от правильного отбора, своевременного выращивания пчелиных семей и благоприятных условий содержания [7].

Когда количество трутней на пасеке невелико, матки с большей вероятностью спариваются с небольшим количеством трутней низкого качества, при этом количество сперматозоидов, накопленных в рецепторе семени, бывает недостаточным [8]. Более крупные трутни,

как правило, имеют более высокое количество сперматозоидов более высокого качества; предполагается, что в отношении качества спаривания чем больше, тем лучше [9]. Также большое влияние на воспроизводство имеют сезонные колебания и природно-географические условия.

Методика

В регионе Малого Кавказа было проведено исследование по изучению особенностей выращивания качественных трутней. Для этого ранней весной — во второй декаде апреля — созданы две опытные группы по пять пчелосемей в каждой. 1-я группа была контрольная, для пчелиных семей 2-й опытной группы была организована подкормка и расплод из других пчелиных семей. Летом — во второй декаде июня — создана 3-я опытная группа. В 3-й группе, как и в 1-й, не были организованы подкормка и расплод. Далее признаки внешнего строения пчел определяли по методике Ф. Руттнера [10].

Для определения качества трутней, выращенных в экспериментальных группах, от каждой пчелиной семьи было взято 100 трутней и определена их масса. В исследовании использовались биометрические методы, которые широко используются в животноводстве. Биометрический анализ собранных материалов, составление серий вариаций, начиная с коррекции кривой вариации, среднего (M), стандартного отклонения (δ), коэффициента вариативности (V), ошибки среднего (m), критерий надежности (t) определены как ключевые показатели.

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что качество трутней, выращенных в племенных пчелиных семьях, потерпело некоторые изменения в зависимости от сезона и условий содержания. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Масса трутней, полученных в третьей опытной группе, была на 41% ($t_1 = 3,14$) выше, чем в первой опытной группе.

Разница между экспериментальными группами является биометрически достоверной. Третья опытная

Таблица 1. Качество трутней, выращиваемых в племенных пчелиных семьях, в разное время года и в разных условиях содержания

Table 1. The quality of male bees grown in breeding bee colonies at different times of the year and in different storage conditions

Показатели		Экспериментальные группы		
		(контроль)	II	III
Подкормка (на 100 ячеек), 10.04.2014		–	45	–
Кормление в гнезде, мед, кг, 10.04.2014		–	5	–
Плотность пчелиной семьи, кг		1,51±0,11	2,12±0,09	2,85±0,08
Количество роста пчел в улье (на 100 ячеек)		41,8±2,9	85,4±2,6	96,5±2,40
Количество меда в гнезде, кг		2,5±0,3	7,5±1,0	20,9±3,1
Количество трутневых ячеек в гнезде (на 100 ячеек) 10–15.05.2014		6,7±0,7	14,1±1,4	17,3±1,6
Масса (мг) трутней, выращенных в улье, n = 100	$M \pm m$	181,3± 1,9	186,6±1,6	188,9± 1,5
	δ	18,9	15,9	14,9
	V	10,42	8,52	7,88
	t_1	–	2,14	3,14
	t_2	2,24	–	0,12

группа пчелиных семей имела большую мощность, чем первая, за счет сезонных изменений (88,7%), количество нектара в природе и меда в улье было больше (в 8,4 раза) и количество прироста пчел в улье было больше в 2,3 раза соответственно. Видно, что в благоприятных летних условиях пчелы выводят в улье трутней лучшего качества по сравнению с неблагоприятными весенними условиями.

Второй опытной группе, в отличие от других пчелиных семей на пасеке ранней весной, была дана подкормка, и количество трутней увеличилось. Их масса была на 2,9% больше, чем масса трутней первой опытной группы, выращенных в тот же период ($t_1 = 2,14$). Существующие различия биометрически достоверны.

Наблюдения показывают, что при добавлении подкормки в количестве 5 кг меда в улей ранней весной состояние пчелосемей и трутней было лучше ($t_2 = 2,24$), при этом масса трутней второй опытной группы была выше по сравнению с первой опытной группой.

Морфометрические данные трутней, выращенных в различных условиях, указаны в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что длина хоботка пчел в третьей опытной группе была $4,61 \pm 0,09$ мм, что по сравнению с первой опытной группой выше на 6,5% ($t = 1,75$). В третьей опытной и контрольной группах различия по дру-

гим внешним показателям отмечены для длины верхней части третьего сустава на 1,3% ($t = 2,19$) и для нижней части третьего сустава на 1,6% ($t = 2,64$). В ходе эксперимента производился сравнительный анализ длины и ширины крыла. Здесь значения контрольной группы были на 1,1% ($t = 1,93$) и 1,4% ($t = 2,04$) выше по сравнению с пчелами третьей опытной группы. Соответственно, разница в индексе составила 2,4% ($t = 3,72$) по сравнению с третьей группой.

Также был проведен сравнительный анализ размеров длины первого членика лапки и длины голени пчелы. Эксперименты показывают, что длина первых члеников и голени у семей третьей группы была на 1,7% ($t = 2,81$) и 1,2% ($t = 2,27$) больше, чем у пчел контрольной группы.

Третья экспериментальная группа имела значительное увеличение нектара в летний период в пчелосемьях, высокий иммунитет семьи и высокий рост, внешние показатели были выше по сравнению с пчелами контрольной группы (низкий урожай меда весной, низкая численность семьи и низкий рост пчел в улье). Существующие различия между экспериментальными группами были биометрически достоверны по шести показателям и не достоверны по двум показателям.

В регионе Малого Кавказа нами сравнивались характеристики разведения трутней весной в естественных

Таблица 2. Влияние сезонных колебаний и условий разведения на морфологические показатели пчел в регионе Малого Кавказа ($m = 100$)

Table 2. The influence of seasonal fluctuations and storage conditions on the external indicators of bees in the Caucasus Minor region ($m = 100$)

№	Показатели	Экспериментальные группы							
		контрольная				III			
		$M \pm m$	δ	V	t	$M \pm m$	δ	V	t
1	Длина хоботка, мм	$4,33 \pm 0,14$	1,39	32,1	–	$4,61 \pm 0,09$	0,89	19,3	1,75
2	Длина верхней части третьего сустава, мм	$2,758 \pm 0,012$	0,12	4,35	–	$2,793 \pm 0,010$	0,10	3,58	2,19
3	Длина нижней части третьего сустава, мм	$2,359 \pm 0,010$	0,10	4,23	–	$2,346 \pm 0,009$	0,09	3,75	2,64
4	Длина крыла, мм	$12,281 \pm 0,054$	0,53	4,31	–	$12,416 \pm 0,04$	0,41	3,30	1,93
5	Ширина крыла, мм	$3,662 \pm 0,020$	0,20	5,46	–	$3,711 \pm 0,013$	0,13	3,50	2,04
6	Длина первого членика лапки, мм	$2,650 \pm 0,013$	0,13	4,90	–	$2,696 \pm 0,010$	0,10	3,71	2,81
7	Длина голени, мм	$4,055 \pm 0,018$	0,18	4,44	–	$4,105 \pm 0,013$	0,13	3,18	2,27
8	Кубитальный индекс, %	$78,9 \pm 0,40$	3,98	5,04	–	$80,8 \pm 0,31$	3,08	3,18	3,72

Таблица 3. Экстерьерные особенности трутней, выведенных в естественных условиях в летний период и при дополнительной подкормке

Table 3. Exterior features of male bees grown in natural conditions in the summer and with additional feeding in hive

№	Показатели	Экспериментальные группы							
		контрольная				II группа			
		$M \pm m$	δ	V	t	$M \pm m$	δ	V	t
1	Длина хоботка, мм	$4,33 \pm 0,14$	1,39	32,1	–	$4,54 \pm 0,11$	1,09	24,0	1,16
2	Длина верхней части третьего сустава, мм	$2,758 \pm 0,01$	0,12	4,35	–	$2,791 \pm 0,01$	0,11	3,94	2,06
3	Длина нижней части третьего сустава, мм	$2,359 \pm 0,01$	0,10	4,23	–	$2,386 \pm 0,01$	0,09	3,77	2,08
4	Длина крыла, мм	$12,28 \pm 0,05$	0,53	4,31	–	$12,41 \pm 0,04$	0,43	3,46	1,84
5	Ширина крыла, мм	$3,66 \pm 0,02$	0,20	5,46	–	$3,69 \pm 0,014$	0,14	3,06	1,54
6	Длина первого членика лапки, мм	$2,65 \pm 0,01$	0,13	4,90	–	$2,684 \pm 0,01$	0,11	4,10	1,94
7	Длина голени, мм	$4,05 \pm 0,018$	0,18	4,44	–	$4,09 \pm 0,015$	0,15	3,66	1,70
8	Кубитальный индекс, %	$78,9 \pm 0,40$	3,98	5,04	–	$80,5 \pm 0,35$	3,48	4,32	3,01

условиях (первая опытная группа) и с увеличением количества пчел за счет других пчелиных семей и подкормки в улье (вторая опытная группа). Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Анализ результатов таблицы 3 показывает, что внешние размеры трутней второй опытной группы были больше, чем в контрольной группе. Эти различия составляют 4,8% ($t = 1,16$) в длине тела, 1,2% в длине верхней части третьего сустава ($t = 2,06$) и 1,1% в длине нижней части третьего сустава ($t = 3,77$), 1,0% длины крыла ($t = 1,84$), 1,0% ширины крыла ($t = 1,54$), 1,2% длины первого членика лапки ($t = 1,94$), 1,0% длины голени ($t = 1,70$); кубитальный индекс также был больше 2,0% ($t = 3,01$).

Результаты исследования показывают, что сезонные колебания сильно влияют на качество внешних характеристик пчел. Существует прямая корреляция между увеличением урожая нектара в природе из-за сезона, численностью пчелиного семейства, количеством пчел в улье и улучшением качества внешнего вида пчел.

Вывод

Установлено, что масса трутней, выведенных в летний период, была на 41% выше относительно контрольной весенней группы; данные животные имели большую жизнеспособность (+88,7%), поскольку количество нектара в природе и, соответственно, меда в улье было больше в 8,4 раза, а прирост количества пчел был в 2,3 раза выше. Морфометрические показатели трутней были выше, а именно: длина хоботка — на 6,5%, длины верхней части третьего сустава — на 1,3% и нижней части третьего сустава — на 1,6% соответственно.

Показано, что и в весенний период, при использовании дополнительной подкормки, можно получить высококачественных трутней. По экстерьерным признакам трутней 2-й группы относительно контроля были больше на 4,8% в длине, на 1,2% — в длине верхней части третьего сустава и на 1,1% — в длине нижней части третьего сустава, а также на 1,0% — в длине и ширине крыла, на 1,2% — в длине первого членика лапки и на 1,0% — в длине голени соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Султанлы Г.И., Информационная книга пчеловода. 2002; 57-58.
2. Султанов Р.Л. Биологические особенности медоносной пчелы в Азербайджане. Монография. Том I. Баку. 1993; 21-22.
3. Sammataro D., Avitabile A. The beekeepers handbook. Fourth edition 2017; 18-19.
4. Reyes M.R., Crauser D., Prado A., Conte Y.L. Flight activity of honey bee (*Apis mellifera*) drones. Apidologie, Springer Verlag, 2019; 669-680.
5. Rangel J., Fisher A. Factors affecting the reproductive health of honey bee (*Apis mellifera*) drones. Apidologie 2019; №6; 759-778.
6. Султанов Р.Л. Биологические особенности медоносной пчелы в Азербайджане. Монография Том II. Баку 1993; 143-145.
7. Султанов Р.Л., Алиева В.Р. Изменчивость биологических характеристик пчел Кабахтинских популяции (*population Wabaqtensis Sultanov*) Серой Горной Кавказской породы за последние 20 лет. Труды Института Зоологии НАНА. Том 32, № 2. Баку 2014; 116-121.
8. Gençer H.V., Kahya Y. "Sperm competition in honey bees (*Apis mellifera* L.): the role of body size dimorphism in drone" Apidologi. 2020; 51: 1-17.
9. Metz B.N., Tarpy D.R. "Reproductive senescence in drones of the honey bee (*Apis mellifera*). Insects Jan, - 2019; 11.
10. Ruttner F. Biogeography and Taxonomy of honeybees. Berlin, Heidelberg. 1988; 192-198.

REFERENCES

1. Sultanly G.I., Information book of the beekeeper 2002; 57-58 (In Russ.).
2. Sultanov R.L. "Biological characteristics of the honey bee in Azerbaijan" Baku. 1993; 21-22 (In Russ.).
3. Sammataro D., Avitabile A. The beekeepers handbook. Fourth edition 2017; 18-19.
4. Reyes M.R., Crauser D., Prado A., Conte Y.L. Flight activity of honey bee (*Apis mellifera*) drones. Apidologie, Springer Verlag; 2019; 669-680.
5. Rangel J., Fisher A. Factors affecting the reproductive health of honey bee (*Apis mellifera*) drones. Apidologie 2019; №6; 759-778.
6. Sultanov R.L. Biological characteristics of the honey bee in Azerbaijan. Second edition. Baku; 1993; 143-145 (In Russ.).
7. Sultanov R.L., Alieva V.R. Variability of biological characteristics of bees the population of Kabakhtapa (*population Wabaqtensis Sultanov*) of the Caucasian honey bee breed (*A. mellifera* Caucasica Gorb.) over the past 20 years. Proceedings of the Institute of Zoology of ANAS. №2. Baku 2014; 116-121 (In Russ.).
8. Gençer H.V., Kahya Y. Sperm competition in honey bees (*Apis mellifera* L.): the role of body size dimorphism in drone. Apidologi. 2020; 51: 1-17.
9. Metz B.N., Tarpy D.R. Reproductive senescence in drones of the honey bee (*Apis mellifera*). Insects 2019; 10-11.
10. Ruttner F. Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Berlin, Heidelberg. 1988; 192-198.

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

На Ставрополье обнаружен лет бабочки хлопковой совки – опасного вредителя

Специалистами Кочубеевского районного отдела филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Ставропольскому краю при обследовании посевов на наличие вредителей на свекляниках обнаружен лет бабочки хлопковой совки. Хлопковая совка – опасный вредитель, полифаг, который способен повреждать около 120 видов культурных и дикорастущих растений. Лет бабочек начинается при среднесуточной температуре +18°C – +20°C. Вылет растянут, длится месяц и более. Бабочки отрождаются неполовозрелыми и для окончания развития им необходимо дополнительное питание на цветущей растительности.

Откладка яиц наблюдается через 3–4 дня после вылета. Самки откладывают взброс на генеративных органах и листьях по одному, иногда по 2–3 яйца. Плодовитость от 300–500 до 2700 яиц.

Гусеница развивается 13–22 дня при температуре +22°C – +28°C. Гусеницы 1–3 возрастов питаются в основном лиственной, оставляя после себя обглоданные скелетные жилки, а 4–6 возрастов – репродуктивными органами растений.

Специалисты краевого Россельхозцентра рекомендуют аграриям преступить к борьбе по яйцекладкам при помощи выпуска энтомофага – трихограммы на яйца паразита.

(Источник: пресс-центр филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Ставропольскому краю).

УДК 631.5:633.15:631.582(470.62/.67)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-62-65>

исследования/ research

Кузыченко Ю.А.,
Гаджиумаров Р.Г.,
Джандаров А.Н.

Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр, г. Михайловск, Ставрополь-
ский край, 356241, Россия
E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Ключевые слова: технология Strip-till,
кукуруза на зерно, агрофизические условия,
урожайность, Предкавказье

Для цитирования: Кузыченко Ю.А., Гад-
жиумаров Р.Г., Джандаров А.Н. Модерниза-
ция технологии Strip-till при возделывании
кукурузы на зерно в условиях Предкавказья.
Аграрная наука. 2022; 360 (6): 62–65.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-62-65>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов
интересов.

Yuri A. Kuzychenko,
Rasul G. Gadzhiumarov,
Arsen N. Dzhandarov

Federal State Budgetary Scientific Institution
North-Caucasian Agricultural Center, Mikhailovsk,
Stavropol Territory, 356241, Russia
E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Key words: strip-till technology, corn,
grain, agrophysical conditions, productivity,
Ciscaucasia

For citation: Kuzychenko Yu.A.,
Gadzhiumarov R.G., Dzhandarov A.N.
Modernization of Strip-till technology in the
cultivation of corn for grains in Ciscaucasia.
Agrarian Science. 2022; 360 (6): 62–65. (In
Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-62-65>

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.

Модернизация технологии Strip-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Предкавказья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возделывание пропашных культур с внедрением новых техноло-
гий требует научного обоснования их эффективности с учетом складывающихся
почвенно-климатических факторов. В основе применения модернизированной
технологии Strip-till лежит поверхностная обработка старни дисковыми орудиями
на фоне обработки стерни глифосатом, сохраняющая продуктивную влагу.

Методы. Исследования в научно-производственном опыте проводились в зоне
неустойчивого увлажнения юго-восточной части Ставропольского края на чер-
ноземе южном (гумус — 3,0%; PO_5 — 11,3 мг/кг; K_2O — 276 мг/кг; pH — 7,48).
Основная отвальная обработка по традиционной технологии проводилась плугом
ПН-8-35, по технологии Strip-till — глубокая безотвальная обработка культивато-
ром-щелерезом Blu-Jet.

Результаты. Неблагоприятные климатические условия летне-осеннего перио-
да 2018, 2019 и 2020 годов, с недобором осадков в июле 2018 года на 20,2 мм,
в августе 2019 года на 33,6 мм и в июле 2020 года на 51,4 мм от нормы, послужили
причиной снижения урожайности кукурузы на зерно. При более высокой
плотности почвы по безотвальной обработке в сравнении с отвальной по срокам
наблюдений, составляющей 0,02, 0,04 и 0,02 г/см³ соответственно, отмечается
увеличение капиллярной пористости на 7, 5 и 3%. Соответственно больший запас
продуктивной влаги по срокам отбора при Strip-till связан с большим объемом ка-
пиллярных пор при прямой корреляционной связи ($r = 0,86$). Увеличение запасов
продуктивной влаги по Strip-till по срокам отбора в сравнении с отвальной обра-
боткой составляло 9, 10 и 7 мм, что привело к повышению урожайности кукурузы
на зерно на 0,24 т/га и рентабельности — на 33%.

Modernization of strip-till technology in the cultivation of corn for grains in Ciscaucasia

ABSTRACT

Relevance. The cultivation of tilled crops with the introduction of new technologies
requires a scientific justification of their effectiveness, taking into account the emerging
soil and climatic factors. The use of the modernized Strip-till technology is based on
the surface treatment of stubble with disc tools, against the background of stubble
treatment with glyphosate, which preserves productive moisture.

Methods. Research in scientific and production experiment was carried out in the zone
of unstable moisture in the southeastern part of the Stavropol Territory on the southern
chernozem (humus — 3.0%; PO_5 — 11.3 mg/kg; K_2O — 276 mg/kg; pH — 7.48). The
main moldboard cultivation according to the traditional technology was carried out
with a plow PN-82-35, according to the Strip-till technology — deep non-moldboard
cultivation with a cultivator — a Blu-Jet slot cutter.

Results. Unfavorable climatic conditions of the summer-autumn period of 2018, 2019
and 2020, with a shortage of precipitation in July 2018 by 20.2 mm, in August 2019 by
33.6 mm and in July 2020 by 51.4 mm from the norm, caused reduction in the yield
of corn for grain. With a higher density of the soil for non-moldboard cultivation in
comparison with the moldboard one for the periods of observation, which is 0.02, 0.04
and 0.02 g/cm³ respectively, an increase in capillary porosity by 7, 5 and 3% is noted.
Accordingly, a larger supply of productive moisture in terms of sampling at Strip-till is
associated with a large volume of capillary pores, with a direct correlation ($r = 0.86$). The
increase in the reserves of productive moisture by Strip-till in the periods of observation,
in comparison with dump processing, was 9, 10 and 7 mm, which led to an increase in
the yield of corn for grain by 0.24 t/ha and profitability — by 33%.

Поступила в редакцию: 5 февраля 2022
Одобрена после рецензирования: 22 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 5 february 2022
Accepted in revised form: 22 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Перспективные технологии возделывания пропашных культур предполагают модернизацию ряда технологических операций воздействия на почву, направленную на снижение энергозатрат и уменьшение влияния почвенных эрозионных процессов [1–5]. Технология Strip-till, при которой формируются обработанные полосы с рыхлым слоем почвы в зоне прохода стойки щелереза-культиватора, предполагает сохранение до 60–70% стерни в межстоечном пространстве [6–9]. При этом обработка стерневого фона глифосатом позволяет более широко внедрять данную технологию под пропашные культуры, поскольку в значительной степени решается вопрос борьбы с сорной растительностью [10–14]. При этом технология Strip-till предполагает снижение топливных затрат при наличии некоторых особенностей способа внесения удобрений [15].

Однако вопросы накопления и сохранения запаса продуктивной влаги при предварительном дисковом лущении стерни и создании почвенно-соломистой мульчи на глубине 5 см в сравнении с оставлением не-лущенного стерневого фона с целью сохранения влаги остается в сфере полемических рассуждений. Установлено, что поверхностно внесенная мульча в объеме 4 т/га снижает потери продуктивной влаги на 23,6 мм, в то время как создание почвенно-соломистой мульчи при поверхностной дисковой обработке на глубине 0–5 см сохраняет до 27 мм влаги, при этом создается эффект стимулирования прорастания сорной растительности [16].

Цель исследований: определить агрофизические параметры пахотного слоя почвы при модернизированной

ной технологии Strip-till под кукурузу на зерно в сравнении с традиционно принятой в зоне отвальной технологией с выходом на урожайность и экономические показатели возделывания культуры.

Методика

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в научно-производственном опыте в юго-восточной части зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Почва: чернозем южный карбонатный. Гумус — 3,0%; PO_5 — 11,3 мг/кг; K_2O — 276 мг/кг; pH — 7,48. Применяли следующие системы обработки: традиционная (дисковое лущение «КАТРОС» 8–10 см; пахота 20–20 см; внесение КАС в дозе 195 л/га под 1-ю весеннюю культивацию; сев с нитроаммофоской NPK16 — 46 д.в.); Strip-till (дисковое лущение «КАТРОС» 8–10 см; внесение глифосата + зеромакс 2,4Д — 3 л/га; нарезка полос культиватором-щелерезом Blu-Jet на глубину 20 см с внесением КАС (195 л/га); сев с нитроаммофоской NPK 16 — 46 д.в.).

Анализ природно-климатических факторов 2018–2020 гг. показал, что во все годы исследований отмечается тенденция увеличения среднемесячной температуры осеннего периода по годам исследований на 1,3 °C и значимое ее увеличение в весенне-летний период на 1,75 °C, при жестком температурном режиме мая, июня и июля месяца с превышением температуры от среднемесячной в диапазонах 0,9–2,8 °C, 1,9–4,6 °C и 0,8–3,1 °C соответственно. Установлено снижение среднемесячного количества осадков весеннего периода по годам исследований на 10,9 мм, при критическом снижении режима осадков июня 2019 года на 49,6 мм и июля 2020 года на 51,4 мм.

Таблица 1. Агрофизические показатели основной обработки почвы в различные периоды вегетации культуры

Table 1. Agrophysical indicators of the main tillage in different periods for crop vegetation

Система обработки почвы	Осенний период			Весенний период			Летне-осенний период		
	диаметр агрегатов d, мм	плотность почвы P, г/см ³	пористость, %	диаметр агрегатов d, мм	плотность почвы P, г/см ³	пористость, %	диаметр агрегатов d, мм	плотность почвы P, г/см ³	пористость, %
Традиционная	5,2	1,07	52	6,5	1,10	30	3,3	1,21	11
Strip-till	4,4	1,09	59	5,0	1,14	35	2,8	1,23	14

Таблица 2. Влагонакопление в периоды вегетации кукурузы на зерно

Table 2. Moisture accumulation during the growing season of corn for grain

Система обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		
	осенний период	весенний период	летне-осенний период
Традиционная	94	91	9
Strip-till	103	101	16

Таблица 3. Экономические показатели возделывания кукурузы на зерно

Table 3. Economic indicators of the cultivation of corn for grain

Система обработки почвы	Урожайность, т/га			Среднее	Затраты, руб./га	Рентабельность, %
	2018	2019	2020			
Традиционная	2,96	3,90	0,45	2,44	239 80	53
Strip-till	3,29	4,20	0,54	2,68	216 30	86

$HCP_{05} = 0,32$ т/га. $F_{\phi} = 10,0 < F_T = 10,1$.

Результаты

Данные структурного состава почвы показали, что меньшему диаметру агрегатов при Strip-till соответствует большая плотность их сложения (упаковки) с обратной корреляционной зависимостью ($r = -0,81$), при этом увеличение плотности при безотвальной обработке в сравнении с отвальной по срокам наблюдений составляет 0,02, 0,04 и 0,02 г/см³. При большей плотности сложения агрегатов по Strip-till установлена и более высокая капиллярная пористость с прямой корреляционной связью ($r = 0,79$), при этом увеличение пористости при безотвальной обработке в сравнении с отвальной по срокам наблюдений составляет 7, 5 и 3% (табл. 1).

Капиллярная пористость, формируемая почвенными агрегатами, создает определенный объем продуктивной влаги за счет заземленной в порах воды, при этом существует определенное динамическое равновесие влаги, связанное с понятием ВРК, когда влага в большей степени находится в некапиллярных порах в парообразном состоянии при повышении температуры почвенного слоя или конденсируется и удерживается в капиллярных порах при ее понижении. Следовательно, при большем объеме капиллярных пор следует ожидать большего накопления и сохранения продуктивной влаги.

Большой запас продуктивной влаги по срокам отбора при Strip-till связан с большим объемом капиллярных

пор при прямой корреляционной связи ($r = 0,86$). Увеличение запасов продуктивной влаги по Strip-till по срокам отбора в сравнении с отвальной обработкой составляет 9, 10 и 7 мм (табл. 2).

Жесткие погодные условия летне-осеннего периода 2018, 2019 и 2020 годов, с недобором осадков в июле 2018 года на 20,2 мм, в августе 2019 года на 33,6 мм и в июле 2020 года на 51,4 мм от нормы, послужили причиной довольно низкой урожайности кукурузы на зерно. Установлена тенденция большей урожайности кукурузы на зерно по технологии Strip-till в сравнении с традиционной технологией на 0,24 т/га, при меньших производственных затратах на 2350 руб./га и большей рентабельности, равной 86% (табл. 3).

Выводы

При возделывании кукурузы на зерно плотность почвы при технологии Strip-till больше на 0,02 г/см³ в сравнении с традиционной, капиллярная пористость весной выше на 5%, а запас продуктивной влаги больше на 10 мм, соответственно урожайность кукурузы на зерно при технологии Strip-till выше на 0,24 т/га при снижении затрат на 10%. Модернизированная технология Strip-till при возделывании кукурузы на зерно рекомендуется к производственному внедрению в условиях Предкавказья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвичев А.Ю. Зерновая продуктивность кукурузы при совершенствовании основной обработки черноземов Нижнего Поволжья: монография. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. 2012. 140 с.
2. Кузыченко Ю.А. Минимизация систем обработки почвы под пропашные культуры в Ставропольском крае. *Аграрный вестник Урала*. 2013; 1 (107): 10-13.
3. Навальцев В.В., Никитин В.В., Соловichenko В.Д. Эффективность способов обработки и уровней удобренности на продуктивность кукурузы на зерно в Центрально-Черноземном регионе. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016; 43 (1). Часть 3: 21-24.
4. Филин Ф.И., Михин Б.В. Реакция среднеранних гибридов кукурузы на способ обработки южного чернозема и густоту посева в степной зоне Нижнего Поволжья. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2014; 4 (36): 68-74.
5. Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н. Влияние систем обработки почвы на рост и развитие кукурузы на зерно. *Вестник Курской ГСХА*. 2014; №9: 38-40.
6. Dudenheffer K.J., Nelson K.A. The use of phosphorus enhancers and strip tillage for corn production. *Agricultural journal*. 2013; 2: 37-46.
7. Mitchell, J. Strip tillage in the Central Valley of California / J. Mitchell, A. Shresta et al. *Department of Agriculture and Natural Resources of the University of California*. 2009; 8361:1 - 8.

REFERENCES

1. Moskvichev A.Y. Grain productivity of corn while improving the basic cultivation of chernozems of the Lower Volga region: monograph. Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU. 2012. 140p (In Russ.).
2. Kuzychenko Yu.A. Minimization of tillage systems for tilled crops in the Stavropol Territory. *Agrarny vestnik Urala*. 2013; 107 (1): 10-13 (In Russ.).
3. Naval'tsev V.V., Nikitin V.V., Solovichenko V.D. The effectiveness of processing methods and levels of fertilizer on the productivity of corn for grain in the Central Black Earth region. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2016; 43 (1): 21-24 (In Russ.).
4. Filin F.I., Mikhin B.V. The response of mid-early corn hybrids to the method of processing the southern chernozem and sowing

8. Кошелева О. Strip-till в России: опыт Волгоградской области. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2013; 18 (2): 8-11.
9. Орлов, В.В. Strip-till: опыт Самарской области. *Агро-Тренд*. 2011; 19 (8): 8-9.
10. Наумкина, Л.А. Особенности формирования посева кукурузы на зерно при технологиях No-till и Strip-till в условиях лесостепи Центральночерноземного региона. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2016; 10(2): 77-80.
11. Наумкина, Л.А. Перспективы новых технологий Strip-till и No-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Белгородской области. *Вестник Курской ГСХА*. 2016; 3: 49-51.
12. Орлов А. И. Использование покровных культур при выращивании сои и кукурузы по технологиям No-Till и Strip-Till. *Киев. Агроном*. 2019; 66 (4): 138-143
13. Наумкина Л.А., Сильванчук Е.Л., Хлопяников А.М., Крюков А.Н. Особенности формирования посева кукурузы на зерно при технологиях No-till и Strip-till в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2016; 10(2): 77-80.
14. Сильванчук Е.Л., Крюков А.Н., Хлопяников А.М. Перспективы новых технологий Strip-till и No-till при возделывании кукурузы на зерно в условиях Белгородской области. *Вестник Курской ГСХА*. 2016; 3: 49-51.
15. Кошелева О. Strip-till в России: опыт Волгоградской области. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2013; 18 (2): 8-11.
16. Скорляков В.И. Показатели качества измельчения и разбрасывания соломы зерноуборочными комбайнами ведущих фирм. *Техника и оборудование для села*. 2013; 30-33

density in the steppe zone of the Lower Volga region. *Izvestiya Nizhnepovolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2014; 4 (36): 68-74 (In Russ.).

5. Shiryayev A.V., Kuznetsova L.N. Influence of tillage systems on the growth and development of maize for grain. *Vestnik Kurskoj GSKHA*. 2014; №9: 38-40 (In Russ.).
6. Dudenheffer K.J., Nelson K.A. The use of phosphorus enhancers and strip tillage for corn production. *Agricultural journal*. 2013; 2: 37-46.
7. Mitchell, J. Strip tillage in the Central Valley of California / J. Mitchell, A. Shresta et al. *Department of Agriculture and Natural Resources of the University of California*. 2009; 8361:1 - 8.
8. Kosheleva O. Strip-till in Russia: experience of the Volgograd region. *Resursosberegayushchee zemledelie*. 2013; 18 (2): 8-11 (In Russ.).

9. Orlov, V.V. Strip-till: experience of the Samara region. *Agro-Trend*. 2011; 19 (8): 8-9 (In Russ.).

10. Naumkina, L.A. Features of the formation of sowing corn for grain with No-till and Strip-till technologies in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth region. *Innovacii v APK: problem i perspektivy*. 2016; 10(2): 77-80 (In Russ.).

11. Naumkina, L.A. Prospects for new Strip-till and No-till technologies in the cultivation of corn for grain in the conditions of the Belgorod region. *Kurskoj GSKHA*. 2016; 3: 49-51 (In Russ.).

12. Orlov A. I. The use of cover crops in the cultivation of soybeans and corn using No-Till and Strip-Till technologies. *Kiev. Agronom*. 2019; 66 (4): 138-143 (In Russ.).

13. Naumkina L.A., Silvanchuk E.L., Khlopyanikov A.M., Kryukov A.N. Features of the formation of sowing corn for grain

with No-till and Strip-till technologies in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth region. *Innovacii v APK: problem i perspektivy*. 2016; 10(2): 77-80 (In Russ.).

14. Naumkina L.A., Silvanchuk E.L., Kryukov A.N., Khlopyanikov A.M. Prospects for new technologies Strip-till and No-till in the cultivation of corn for grain in the conditions of the Belgorod region. *Vestnik Kurskoj GSKHA*. 2016; 3: 49-51 (In Russ.).

15. Kosheleva O. Strip-till in Russia: experience of the Volgograd region. *Resursosberegayushchee zemledelie*. 2013; 18 (2): 8-11 (In Russ.).

16. Skorlyakov V.I. Quality indicators of straw chopping and spreading by combine harvesters of leading companies. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013; 30-33 (In Russ.).

ОБ АВТОРАХ:

Кузыченко Юрий Алексеевич, доктор с.-х. н., главный научный сотрудник, тел. 8-909-767-73-13, E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович, кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией технологий возделывания с.-х. культур, тел. 8-928-335-18-99, E-mail: rasul_agro@mail.ru

Джандаров Арсен Ниязбиевич, научный сотрудник, тел. 8-963-383-94-78, E-mail: arsen-agro@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Kuzychenko Yuriy Alekseevich, Dr. - X. D., chief researcher, ph. 8-909-767-73-13, E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Gadzhumarov Rasul Gadzhumarovich, candidate - X. D. sciences, head. laboratory of cultivation technologies with. - X. cultures, ph. 8-928-335-18-99, E-mail: rasul_agro@mail.ru

Dzhandarov Arsen Niyazbievich, researcher, ph. 8-928-335-18-99, E-mail: rasul_agro@mail.ru

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Сегодня около 30% семян отечественного производства – семена гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» (ФГБНУ ВНИИ кукурузы), расположенный в Пятигорске, в 2022 году вдвое увеличил площади участков размножения родительских форм. Это позволит выйти на стопроцентную обеспеченность родительскими формами отечественной селекции к 2023 году. Вклад в отечественное семеноводство ФГБНУ ВНИИ кукурузы отметил в ходе посещения института с рабочим визитом министр сельского хозяйства Ставропольского края Сергей Измаков. Он сообщил, что сегодня около 30% семян отечественного производства – это семена гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы, которые возделываются в сельскохозяйственном производстве во всех кукурузосеющих регионах России. Краевой Минсельхоз выполняет поручение губернатора Ставрополя Владимира Владимировича по развитию российского семеноводства и снижения зависимости от импорта, подчеркнул министр.

(Источник и фото: официальный сайт Минсельхоза Ставропольского края).



С начала года наибольшее количество зерновой продукции с территории Алтайского края экспортировано в страны Таможенного союза

За 5 месяцев 2022 года сотрудниками Управления Россельхознадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай проконтролировано 770,704 тыс. т зерна, продуктов его переработки и масличных культур, предназначенных для отправки на экспорт, что практически в 2 раза больше в сравнении с аналогичным прошлым годом (440,82 тыс. т).

Как отметили в ведомстве, основными видами продукции, экспортируемыми с территории края, являлись масличные культуры (подсолнечник, лен, рапс – 237,274 тыс. т) и зерновые и зернобобовые культуры (овес, соя, гречиха, горох, пшеница, ячмень, чечевица – 431,112 тыс. т). А также – продукты переработки (крупы, хлопья, мука – 97,99 тыс. т).

Наибольшее количество зерновой продукции (514,243 тыс. т) экспортировано в страны ТС (Казахстан, Кыргызстан, Армению, Беларусь). В Китай отгружено 98,319 тыс. т зерновых и масличных культур (гречихи, овса, льна), а также 38,357 тыс. т растительного масла.

(Источник: официальный сайт Россельхознадзора).

УДК 633.853.52 (631.5)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-66-69>

исследования/ research

Храмой В.К.,
Сихарулидзе Т.Д.,
Рахимова О.В.,
Кириченко А.А.

Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, ул. Вишневского, д. 27, г. Калуга, Калужская обл., 248007, Россия
E-mail: TIR333@yandex.ru

Ключевые слова: соя, срок посева, период вегетации, урожайность

Для цитирования: Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д., Рахимова О.В., Кириченко А.А. Влияние сроков посева на формирование урожая семян сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 66–69.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-66-69>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Viktor K. Khramoy,
Tamila D. Sikharulidze,
Olga V. Rakhimova,
Alexey A. Kirichenko

Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 27, Vishnevsky st., Kaluga, 248007, Russia
E-mail: TIR333@yandex.ru

Key words: soybeans, sowing period, growing season, yield

For citation: Khramoy V.K., Sikharulidze T.D., Rakhimova O.V., Kirichenko A.A. Influence of sowing dates on the formation of soybean seed yield in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 66–69. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-66-69>

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 сроков посева на формирование урожая семян сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны

РЕЗЮМЕ

Актуальность и методы. В полевом опыте в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы Центрального района Нечерноземной зоны изучено влияние четырех сроков посева (30.04; 05.05; 10.05; 15.05) на формирование урожая семян сои раннеспелого сорта Светлая.

Результаты. При посеве в более поздние сроки ускорялось появление всходов и наблюдалось более быстрое развитие растений в течение вегетации. Так, при посеве 15 мая продолжительность периода «посев — всходы» сократилась по сравнению с посевом 30 апреля на 6 дней, а продолжительность периода вегетации от всходов до созревания — на 4 дня. При посеве 30 апреля соя достигала уборочной спелости стабильно в третьей декаде августа, при посеве 15 мая созревание сои уходит на сентябрь, что может приводить к неустойчивому вызреванию семян, так как температурный режим в сентябре не соответствует требованиям сои. Проведенные исследования показали, что на дерново-подзолистой супесчаной почве Центрального района Нечерноземной зоны в благоприятных погодных условиях можно получать высокие урожаи семян сои — на уровне 2,73 т/га. Наиболее благоприятные условия для формирования урожая семян в данном регионе создаются при посеве 5 мая. При посеве 30 апреля снижаются такие показатели, как полевая всхожесть — на 12,7%, выживаемость растений — на 2,2%, высота заложения первого соцветия — на 2,6 см и биологическая урожайность семян — на 20,1%. При более поздних сроках посева также происходит снижение урожайности семян на 19,5–40,8% по причине снижения полевой всхожести (на 2,9–4,9%) и массы семян с растения (на 21,6–32,4%).

The influence of sowing dates on the formation of the soybean seed yield in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone

ABSTRACT

Relevance и methods. In the field experiment in the conditions of sod-podzolic sandy loam soil of the Central region of the Non-Chernozem zone, the influence of four sowing periods (30.04; 05.05; 10.05; 15.05) on the formation of the yield of early-maturing soybean seeds of the variety Svetlayawas studied.

Results. When sowing at a later date, the emergence of seedlings was accelerated and a faster development of plants was observed during the growing season. Thus, when sowing on May 15, the duration of the sowing — germination period was reduced by 6 days compared to sowing on April 30, and the duration of the growing season from germination to maturation was reduced by 4 days. When sown on April 30, soybeans reached harvest ripeness steadily in the third decade of August, when sown on May 15, the ripening of soybeans goes to September, which can lead to unstable ripening of seeds, since the temperature regime in September does not meet the requirements of soybeans. The conducted studies have shown that high yields of soybean seeds at the level of 2.73 t/ha can be obtained on the sod-podzolic sandy loam soil of the Central region of the Non-Chernozem zone in favorable weather conditions. The most favorable conditions for the formation of a seed harvest in this region are created when sowing on May 5. When sowing on April 30, decreasesuch indicators as field germination — by 12.7%, plant survival — by 2.2%, the height of the first inflorescence — by 2.6 cm and the biological yield of seeds — by 20.1%. At later sowing dates, there is also a decrease in seed yield by 19.5–40.8% due to a decrease in field germination (by 2.9–4.9%) and the weight of seeds from the plant (by 21.6–32.4%).

Поступила в редакцию: 2 декабря 2021
Одобрена после рецензирования: 30 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 2 december 2021
Accepted in revised form: 30 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Для оптимизации технологических приемов возделывания сои в Нечерноземной зоне требуется обоснование оптимальных сроков её посева. Соя отличается повышенными требованиями к температурному режиму и считается культурой средних сроков сева [1–3]. В то же время соя — позднеспелая культура, и период вегетации от всходов до созревания даже у самых скороспелых сортов её превышает 90 дней [4–6]. Поэтому в Нечерноземной зоне желательно высевать её в как можно более ранние сроки, чтобы семена успевали взойти до сентября, когда начинается резкое снижение температуры воздуха вплоть до заморозков [7]. Установлено, что существует сортовая реакция сои на сроки посева, обусловленная биологическими особенностями сорта [8, 9]. Так, сорта сои северного экотипа (определение дано профессором Г.С. Посыпановым, под руководством которого были созданы ультраскороспелые сорта сои) более устойчивы к низким температурам, и поэтому следует ожидать, что их можно высевать в более ранние сроки [10]. Однако при раннем сроке посева в условиях пониженных температур существует опасность, что растения будут медленно развиваться и сильно угнетаться сорняками, что потребует дополнительных затрат на применение гербицидов [11–13].

Целью наших исследований было изучить особенности формирования урожая семян сортом сои северного экотипа Светлая при разных сроках посева в условиях дерново-подзолистом супесчаной почвы Калужской области.

Методика

Особенностью супесчаной почвы является то, что она быстро прогревается, и полевые работы на таких почвах начинаются раньше, чем на суглинистых почвах. Наступление физической спелости супесчаной почвы обычно совпадает с переходом средней суточной температуры воздуха через 5°C. В Калужской области устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5°C наступает 26 апреля, а через 10 °C — 3–4 мая [14, 15]. Этим обусловлен выбор первого срока сева — 30 апреля. Сроки посева сои выбраны следующие: 30 апреля, 5 мая, 10 мая, 15 мая.

Исследования проводились на опытном поле Калужского филиала РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева в 2016 и 2017 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная; содержание гумуса 1,2–1,3% (по Тюрину); подвижного фосфора — 230–250 мг/кг; обменного калия — 71–84 мг/кг почвы (по Кирсанову); $pH_{\text{сол.}}$ — 5,6. Норма высева составила 600 тыс. всхожих семян на 1 га. Для активизации симбиотической азотфиксации семена перед посевом инокулировали активным штаммом ризобий 6366. Учитывали наступление фаз развития, определяли урожайность и структуру урожая. В опыте применяли общепринятые методы исследований [16].

Результаты

Погодные условия в 2016 г. были благоприятными для возделывания сои. Температура воздуха в течение вегетационного периода была

на 1,0–1,9°C выше климатической нормы, количество осадков также превышало норму и выпадали они достаточно равномерно. В 2017 г. сложились крайне неблагоприятные погодные условия для сои. В начале вегетации количество осадков в 2,5 раза превысило норму. Почва была переувлажненной, что привело к торможению ростовых процессов растений сои. В период налива семян наблюдалось резкое понижение температуры воздуха и острый дефицит осадков. Так, количество осадков с 1 по 24 августа составило только 8,2 мм при норме 62,0 мм, а среднесуточная температура воздуха в третьей декаде августа составила 14,4 °C, что на 7 °C ниже оптимального уровня для сои.

Сроки посева оказали значительное влияние на быстроту появления всходов. Наибольшая продолжительность периода от посева до всходов была при первом сроке посева (13–14 дней), что вполне закономерно, так как температурный режим в этот период был неблагоприятным для сои. При посеве в последующие сроки появление всходов ускорялось, и в четвертый срок посева всходы появлялись уже через 7–9 дней (табл. 1). В последующие фазы также наблюдалось более быстрое развитие растений при более поздних сроках сева. Особенно заметно это было при 3-м и 4-м сроках. Так, если всходы при 2-м, 3-м и 4-м сроках посева появлялись, соответственно, на 2–4, 6–7 и 9–10 дней позже, чем при первом сроке посева, то фаза полной спелости наступала позже, соответственно, на 2–3, 3–5 и 5–7 дней. Период вегетации от всходов до созревания при посеве 15 мая сократился на 4 дня по сравнению с посевом 30 апреля.

Как уже отмечалось, температурный режим в сентябре не соответствует потребностям сои, поэтому важно, чтобы созревание наступало до конца августа. При посеве 30 апреля соя достигала уборочной спелости стабильно в третьей декаде августа, при посеве 15 мая созревание сои уходило на сентябрь. И это при том, что сорт Светлая является одним из самых скороспелых. Таким образом, посев 15 мая в условиях Калужской области может приводить к неустойчивому вызреванию семян сои.

Наиболее благоприятные условия для появления всходов складывались при посеве 5 мая, о чем свиде-

Таблица 1. Даты наступления фаз развития сои в зависимости от сроков посева

Table 1. Dates of the onset of the phases of soybean development, depending on the timing of sowing

Дата посева	30.04	05.05	10.05	15.05
Дата появления всходов				
2016	13.05	15.05	19.05	22.05
2017	14.05	18.05	21.05	24.05
Дата начала цветения				
2016	28.06	30.06	03.07	06.07
2017	02.07	04.07	06.07	08.07
Дата полной спелости				
2016	23.08	26.08	28.08	30.08
2017	01.09	03.09	04.09	06.09
Продолжительность периода «посев — полная спелость»				
2016	116	114	111	108
2017	125	121	118	115
В среднем	120	117	114	111

тельствует максимальная густота растений (табл. 2). Полевая всхожесть при этом составила 80,2%. При посеве 30 апреля полевая всхожесть по годам сильно колебалась и в среднем составила только 67,5%. При более поздних сроках посева также наблюдалась тенденция снижения полевой всхожести, но менее выраженная — на 2,9–4,9%. Связано это с тем, что верхний слой супесчаной почвы быстро высыхает, что и приводит к снижению полевой всхожести при запаздывании с посевом. Выживаемость растений, напротив, увеличивалась при более поздних сроках посева — с 93,6% при первом сроке до 98,0% при четвертом.

Высота растений практически не зависела от сроков посева. Более значимым было влияние сроков посева на высоту заложения первого соцветия, что имеет важное значение при уборке урожая. Самое высокое заложение первого соцветия было при посеве 10 мая — 11,3 см. Достоверное снижение высоты заложения первого соцветия (на 3,0 см) наблюдалось при посеве 30 апреля, что объясняется торможением ростовых процессов в связи с пониженными температурами воздуха в начальный период роста.

Формирование семян на отдельно взятом растении сои проходило интенсивнее при первом сроке сева. Это связано как с меньшей густотой растений, так и с более благоприятным температурным режимом в период налива семян. Достоверное снижение массы семян на растение наблюдалось при посеве 10 и 15 мая, что коррелирует со снижением количества семян на растение и массы 1000 семян при более поздних сроках посева. Так, при посеве 10 мая количество семян на растение снизилось по сравнению с посевом 5 мая на 9,6%, а масса 1000 семян снизилась на 11,9%, при посеве 15 мая снижение составило соответственно 18,5 и 14,1%.

Биологическая урожайность семян сои сильно колебалась по годам исследований. В 2017 г. она была ниже, чем в 2016 г., в 2,3–4,2 раза (по вариантам опыта). Резкое снижение урожайности сои в 2017 г. обусловлено дефицитом осадков и низкими температурами воздуха в период налива семян. Это свидетельствует об экстремальности условий данного региона и супесчаной почвы для сои. Тем не менее, следует отметить, что даже на супесчаной почве в благоприятных погодных условиях в Центральном районе Нечерноземной зоны можно получать высокие урожаи семян сои на уровне 2,0–2,7 т/га.

Сроки посева оказали существенное влияние на урожайность сои. Так, в 2016 г. при посеве 5 мая биологическая урожайность семян сои составила 2,73 т/га. При более раннем и при более поздних сроках сева наблюдалось достоверное снижение урожайности, однако причины снижения были неодинаковыми. Снижение урожайности при первом сроке сева обусловлено снижением полевой всхожести и, как следствие, густоты

Таблица 2. Показатели формирования урожайности сои в зависимости от способов посева, среднее за 2 года

Table 2. Indicators of the formation of soybean yield depending on the methods of sowing, the average for 2 years

Показатель		Дата посева			
		30.04	05.05	10.05	15.05
Густота, тыс. шт./га	всходы	405	481	464	452
	полная спелость	379	461	451	443
Полевая всхожесть, %		67,5	80,2	77,3	75,3
Выживаемость, %		93,6	95,8	97,2	98,0
Высота, см (НСР ₀₅ = 8,9)		42	45	44	43
Высота заложения первого соцветия, см (НСР ₀₅ = 2,30)		8,3	10,9	11,3	10,1
Количество семян, шт./раст. (НСР ₀₅ = 5,88)		32,0	28,1	25,4	22,9
Масса 1000 семян, г		136	135	119	116
Масса семян, г/раст. (НСР ₀₅ = 0,96)		4,3	3,7	2,9	2,5
Биологическая урожайность, т/га	2016 г. (НСР ₀₅ = 0,18)	1,88	2,73	2,02	1,50
	2017 г. (НСР ₀₅ = 0,12)	0,82	0,65	0,71	0,51
	в среднем	1,35	1,69	1,36	1,00

посевов, хотя количество семян на растение и масса 1000 семян здесь были максимальными. Снижение урожайности при третьем и четвертом сроках сева обусловлено прежде всего снижением количества семян на растение и массы 1000 семян. В 2017 г. наибольшая урожайность получена при первом сроке сева. Достоверное снижение урожайности наблюдалось при втором и четвертом сроках сева. Влияние конкретных погодных условий на установление оптимального срока посева сои в конкретном регионе отмечалось и другими исследователями. Так, А.А. Абасовым и Л.М. Келехсашвили было установлено, что в предгорной зоне РСФСР — Алания при ранней и теплой весне сою лучше высевать в конце апреля, а в годы с затяжной прохладной весной — в начале мая [2].

В среднем за 2 года наибольшая урожайность семян сои получена при посеве 5 мая — 1,69 т/га. При посеве 30 апреля и 10 мая она была ниже на 20%, при посеве 15 мая — ниже на 40,8%.

Выводы

Проведенные исследования показали, что наиболее благоприятные условия для формирования урожая семян сои на дерново-подзолистой супесчаной почве Центрального района Нечерноземной зоны создаются при посеве 5 мая. При посеве 30 апреля снижаются полевая всхожесть на 12,7%, выживаемость растений — на 2,2%, высота заложения первого соцветия — на 2 см и биологическая урожайность семян — на 20,1%. При более поздних сроках посева также происходит снижение урожайности семян на 19,5–40,8% по причине снижения полевой всхожести на 2,9–4,9% и массы семян с растения — на 21,6–32,4%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаев А.А., Келехсашвили Л.М. Симбиотическая активность перспективных сортов сои в зависимости от сроков посева в Северной Осетии. В сборнике: развитие и внедрение современных наукоёмких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвящённой 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. 2020. С. 7-10.
2. Абаев, А. А. Влияние сроков сева на продуктивность сортов сои в предгорной зоне РСО-Алания / А. А. Абаев, Л. М. Келехсашвили // Дискуссии в области гуманитарных, естественно-научных аспектов современности: материалы XXXV Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 15 февраля 2022 года. – Ростов-на-Дону: Профпресс-лит, 2022. – С. 183-187. – EDN IMRGDA.
3. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period control in soybean: a review / D. Destro, V. Cerpentieri-Pirollo, R.A.S. Kiihl, L.A. Almada // Crop Breeding and Appl. Biotechnol. – 2001. – 1. – P. 72-92 (InEnglish).
4. Фокина, Е.М. Исходный материал для создания новых генотипов сои в Амурской области. / Е.М. Фокина, Г.Н. Беляева // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы : Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвящённой 50-летию образования Всероссийского НИИ сои, Благовещенск, 18 апреля 2018 года. – Благовещенск: ООО «ИПК «ОДЕОН», 2018. – 390 с. – ISBN 978-5-6040714-2-7. – EDN USTBBL.
5. Зайцева, О. А. Экономически ценные признаки и свойства современного сортимента сои в условиях Юго-Запада Центрального региона / О. А. Зайцева, В. Ю. Симонов, В. В. Дьяченко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(90). – С. 21-27. – DOI 10.52691/2500-2651-2022-90-2-21-27. – EDN CSYNWN.
6. Edgar, R. Contribuição relativa da temperatura do ar no desenvolvimento de trkscultivares de soja / R. Edgar, A. V. Clovis // Agrometeorologia. Revista Brasileira de Santa Maria. - 2002. - Vol. 10, № 1. - P. 97-104. (In Spanish)].
7. Шерстюков Б.Г. Современное состояние климатических условий Калужской области и их возможные изменения в условиях глобального потепления / Б.Г. Шерстюков, О.Н. Булыгина, В.Н. Разуваев. – Обнинск, 2001. – 229 с.
8. Чеканова Т.В., Трубников А.И., Пигорев И.Я. Урожайность районированных сортов сои на черноземе типичном при разных сроках посева. Региональный вестник. 2021. № 4 (60). С. 18-20.
9. Герасимова, Е.Г. Влияние сроков сева на урожайность и вегетационный период скороспелых линий сои / Е.Г. Герасимова, С.В. Дидоренко, Ю.Н. Спрыгайлова // Наука и мир. - 2016. - Т. 2. - № 5(33). - С. 63-66.
10. Посыпанов Г.С. Соя в Подмоскowie / Г. С. Посыпанов – М., РГАУ-МСХА, 2007. – 200 с.
11. Венивцев В.З., Гуреева Е.В., Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д. Эффективность гербицидов в посевах сои в условиях центрального района Нечернозёмной зоны. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 56-57.
12. Влияние гербицидов ДуалГолд, Зенкор и Фабиан на фотосинтетическую деятельность посевов сои в условиях Центрального Нечернозёмья / В. К. Храмой, Т. Д. Сихарулидзе, О. В. Рахимова, Е. В. Гуреева // Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 36-38.
13. Пигорев, И. Я. Влияние сроков посева на засоренность сои / И. Я. Пигорев, И. В. Ишков, А. И. Трубников // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 30-летию подготовки специалистов-технологов, Курск, 08 февраля 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 11-16. – EDN NIZYSN.
14. Дата устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C весной и осенью. Режим доступа: http://cxm.obninsk.ru_data/files/docs/Tab_1.pdf [Дата обращения 09.09.2021].
15. Дата устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 10°C весной и осенью. Режим доступа: http://cxm.obninsk.ru_data/files/docs/Tab_1.pdf [Дата обращения 09.09.2021].
16. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин. – Москва, 1996. – 263 с.

ОБ АВТОРАХ:

Храмой Виктор Кириллович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрономии; тел. (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru.

Сихарулидзе Тамила Давидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, тел.8 (910) 54-16-496; e-mail: tamila7958@yandex.ru.

Рахимова Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, тел. 8 (953) 329-19-70; e-mail: TIR333@yandex.ru.

Кириченко Алексей Алексеевич, студент, тел.8 (910) 54-16-496; e-mail: tamila7958@yandex.ru.

REFERENCES

1. Abaev A.A., Kelekhshashvili L.M. Symbiotic activity of promising soybean varieties depending on the timing of sowing in North Ossetia. V sbornike: razvitiye i vnedreniye sovremennykh naukoemkikh tekhnologiy dlya modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statej po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 125-letiyu so dnya rozhdeniya Terentiya Semenovicha Mal'tseva. 2020. S. 7-10. (In Russ.).
2. Abaev A.A. The influence of sowing dates on the productivity of soybean varieties in the foothill zone of the Republic of Alania / Abaev A.A., Kelekhshashvili L.M. // Diskussii v oblasti gumanitarnykh, estestvenno-nauchnykh aspektov sovremennosti: materialy XXXV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Simferopol', 15 fevralya 2022 goda. – Rostov-na-Donu: Profpresslit, 2022. – С. 183-187. – EDN IMRGDA (In Russ.).
3. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period control in soybean: a review / D. Destro, V. Cerpentieri-Pirollo, R.A.S. Kiihl, L.A. Almada // Crop Breeding and Appl. Biotechnol. – 2001. – 1. – P. 72-92 (InEnglish).
4. Fokina, E.M. Source material for the creation of new soybean genotypes in the Amur region. E.M. Fokina, G.N. Belyaeva // Nauchnoe obespecheniye proizvodstva soi: problemy i perspektivy : Sbornik nauchnykh statej po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 50-letiyu obrazovaniya Vserossijskogo NII soi, Blagoveshchensk, 18 aprelya 2018 goda. – Blagoveshchensk: OOO "IPK "ODEON", – 390 s. – ISBN 978-5-6040714-2-7. (In Russ.).
5. Zajceva, O. A. Economically valuable signs and properties of modern soybean assortment in the conditions of the South-West of the Central region / O. A. Zajceva, V.YU. Simonov, V. V. D'yachenko // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoj sel'skhozaystvennoj akademii. – 2022. – № 2(90). – С. 21-27. – DOI 10.52691/2500-2651-2022-90-2-21-27. – EDN CSYNWN. (In Russ.).
6. Edgar, R. Contribuição relativa da temperatura do ar no desenvolvimento de trkscultivares de soja / R. Edgar, A. V. Clovis // Agrometeorologia. Revista Brasileira de Santa Maria. - 2002. - Vol. 10, № 1. - P. 97-104. (In Spanish)].
7. Sherstyukov B.G. The current state of the climatic conditions of the Kaluga region and their possible changes in the conditions of global warming / Б.Г. Шерстюков, О.Н. Булыгина, В.Н. Разуваев. – Обнинск, 2001. – 229 с. (In Russ.).
8. Chekanova T.V., Trubnikov A.I., Pigorev I.YA. The yield of zoned soybean varieties on typical chernozem at different sowing periods. Regional'nyvestnik. 2021. № 4 (60). S. 18-20. (In Russ.).
9. Gerasimova, E.G. The effect of sowing dates on the yield and growing season of precocious soybean lines / E.G. Gerasimova, S.V. Didorenko, YU.N. Sprygajlova // Nauka i mir. - 2016. - Т. 2. - № 5(33). - С. 63-66. (In Russ.).
10. Posypanov G.S. Soy in the Moscow region / G. S. Posypanov – М., RGAU-MSKHA, 2007. – 200 s. (In Russ.).
11. Venevcev V.Z., Gureeva E.V., Hramoj V.K., Siharulidze T.D. The effectiveness of herbicides in soybean crops in the conditions of the central region of the Non-Chernozem zone. Vestnik rossijskoj sel'skhozaystvennoj nauki. 2015. № 4. S. 56-57. (In Russ.).
12. The effect of Dual Gold, Zenkor and Fabian herbicides on the photosynthetic activity of soybean crops in the conditions of the Central Non-Chernozem region / V. K. Hramoj, T. D. Siharulidze, O. V. Rahimova, E. V. Gureeva // Zemledelie. – 2020. – № 2. – S. 36-38. (In Russ.). DOI 10.24411/0044-3913-2020-10209.
13. Pigorev, I. YA. The influence of sowing dates on the contamination of soybeans // Aktual'nye problemy sovremennykh tekhnologij proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skhozaystvennoj produkcii: Materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 30-letiyu podgotovki specialistov-tekhnologov, Kursk, 08 fevralya 2022 goda. – Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skhozaystvennaya akademiya imeni I.I. Ivanova, 2022. – С. 11-16. – EDN NIZYSN. (In Russ.).
14. The date of the steady transition of the average daily air temperature through 5°C with spring and autumn. Available from: http://cxm.obninsk.ru_data/files/docs/Tab_1.pdf [Accessed 09.09.2021].
15. The date of the steady transition of the average daily air temperature through 10°C in spring and autumn. Available from: http://cxm.obninsk.ru_data/files/docs/Tab_1.pdf [Accessed 09.09.2021].
16. Fedin M.A. Methodology of the state variety testing of agricultural crops / M.A. Fedin. – Moskva, 1996. – 263 s. (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Khramoy Viktor Kirillovich, doctor of agriculture, professor, tel. 8 (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru.

Sikharulidze Tamila Davidovna, candidate of agricultural sciences, associate professor, tel. 8(910) 54-16-496; e-mail: tamila7958@yandex.ru.

Rakhimova Olga Vladimirovna, candidate of agricultural sciences, associate professor tel. 8 (953) 329-19-70; e-mail: TIR333@yandex.ru.

Kirichenko Alexey Alekseevich, 4th-year student, tel. 8(910) 54-16-496; e-mail: tamila7958@yandex.ru.

УДК 631.412: 631.51.021: 631.82: 633.16

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-70-75>

исследования/ research

**Лукьянов В.А.,
Прущик И.А.***Курский федеральный аграрный научный центр,
ул. Карла Маркса, 70Б, г. Курск, 305021, Россия
E-mail: lukyanov27@mail.ru***Ключевые слова:** ячмень, чернозём, структурно-агрегатное состояние, основная обработка почвы, минеральные удобрения, агротехнологии, Центрально-Черноземный регион**Для цитирования:** Лукьянов В.А., Прущик И.А. Влияние агротехнологий и способов основной обработки на агрофизические свойства чернозёма типичного в Центрально-Черноземном регионе России. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 70–75.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-70-75>*Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.**Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.***Vyacheslav A. Lukyanov,
Ivan A. Prusich***Federal Agricultural Kursk Research Center, Karla Marksa st., 70B, Kursk, 305021, Russia
E-mail: lukyanov27@mail.ru***Key words:** spring barley, chernozem, structural and aggregate state, basic tillage, mineral fertilizers, agrotechnologies, Central Chernozem region**For citation:** Lukyanov V.A., Prusich I.A. The influence of agrotechnologies and methods of basic tillage on the agrophysical properties of typical chernozem in the Central Chernozem region. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 70–75. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-70-75>*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 агротехнологий и способов основной обработки на агрофизические свойства чернозёма типичного в Центрально-Черноземном регионе России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Агрофизические свойства почвы создают основу для развития полевых культур, их изучение позволяет разработать научно обоснованные агротехнологии в условиях изменения климатических условий. Цель исследований заключалась в изучении влияния агротехнологий и способов основной обработки почвы на структурно-агрегатное состояние и запасы продуктивной влаги в чернозёме типичном при возделывании ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте Центрально-Чернозёмного региона.**Методы.** Работу проводили в 2021 г. в многолетнем научно-производственном опыте (Курская область). Почва опытного участка — чернозём типичный средне-суглинистый. Схема опыта включала два вида агротехнологий и четыре способа обработки почвы.**Результаты.** В работе показано, что в варианте с нулевой обработкой содержание почвенной влаги, а также весенние запасы продуктивной влаги преобладали над отвальной, безотвальной и поверхностной обработками почвы. Установлено, что в слабозасушливых условиях 2021 г. структурно-агрегатное состояние чернозёмных почв различалось в течение одного периода вегетации ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы и агротехнологий в целом. Наибольшее содержание агрономически ценных агрегатов отмечено в период посева ячменя в вариантах с отвальной (80,1%) и безотвальной (85,4%) обработками почвы при базовой технологии возделывания ячменя. В весенний период сумма водопрочных агрегатов была выше при безотвальной (51,1%) и нулевой (42,4%) обработках почвы, их количество перед уборкой ячменя снизилось, но оставалось выше с безотвальной обработкой (50,2%). Интенсивная технология возделывания ярового ячменя, включающая сидеральный пар и более высокую дозу минеральных удобрений, уступала вариантам с базовой технологией. Коэффициент структурности варьировал в течение вегетации ячменя и был выше при применении отвальной и безотвальной обработок почвы с базовой технологией.

The influence of agrotechnologies and methods of basic tillage on the agrophysical properties of typical chernozem in the Central Chernozem region

ABSTRACT

Relevance. The agrophysical properties of the soil form the basis for the development of field crops, their study makes possible developing scientifically proven agricultural technologies in the face of changing climatic conditions. The purpose of the research is to study the influence of agrotechnologies and methods of basic tillage on the structural and aggregate state and reserves of productive moisture in the typical chernozem for the cultivation of spring barley in the grain-fallow-row crop rotation of the Central Chernozem region.**Methods.** The work was carried out in 2021 in the long-term scientific and production experiment (Kursk region). The soil of the experimental site is typical medium loamy chernozem. The scheme of the experiment included two types of agricultural technologies and four methods of tillage.**Results.** The paper shows that in the variant with zero treatment, the content of soil moisture, as well as spring reserves of productive moisture, prevailed over dump, non-dump and surface tillage. It was found that in the arid conditions of 2021, the structural and aggregate state of chernozem soils differed during one growing season of barley, depending on the method of basic tillage and agricultural technologies in general. The highest content of agronomically valuable aggregates was noted during the sowing of barley in variants with dump (80.1%) and non-dump (85.4%) tillage with the basic technology of barley cultivation. In the spring period, the amount of water-bearing aggregates was higher with non-dump tillage (51.1%) and No-till (42.4%), their number decreased before harvesting barley, but remained higher with non-dump tillage (50.2%). The intensive technology of spring barley cultivation, including sward steam and a higher dose of mineral fertilizers, was inferior to the options with the basic technology. The structural coefficient varied during the growing season of barley and was higher when using dump and non-dump tillage with the basic technology.Поступила в редакцию: 21 апреля 2022
Одобрена после рецензирования: 28 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022Received: 21 april 2022
Accepted in revised form: 28 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Научные исследования, связанные с изучением структуры почвы, сегодня занимают одно из ведущих мест в агропочвоведении и имеют высокую значимость для развития современных агротехнологий [1–4].

В условиях изменения климата роль агрофизических свойств почвы особенно актуальна [5–8]. Комбинации влаги и тепла формируют основу для развития растений, и так как они нестабильны, то вопрос увеличения запасов влаги в почве требует разработки новых решений по данной проблеме [9]. Более того, если рассматривать погодные условия как фактор, который влияет на развитие сельскохозяйственных культур, то во многих случаях его влияние сопоставимо или даже преобладает над фактором системы питания, защиты растений или семенного материала.

Структурно-агрегатное состояние почвы — достаточный лабильный физический показатель. В ряде научных работ [10–13] показано, что структура почвы часто изменяется с использованием разных способов обработки почвы и применением удобрений. В этой связи логично, что структура почвы тесно сопряжена с конкретной технологией возделывания полевых культур, на неё можно искусственно оказывать влияние, управлять и прогнозировать эффективность.

Цель исследований — изучение влияния агротехнологий и способов основной обработки почвы на структурно-агрегатное состояние и запасы продуктивной влаги в чернозёме типичном при возделывании ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте в Центрально-Черноземном районе (ЦЧР).

Методика

Исследования проводились в 2021 г. в стационарном научно-производственном опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская область, Медвенский район, п. Панино). В работе изучено влияние двух видов агротехнологий и четырёх способов обработки почвы на влажность, запасы продуктивной влаги и структурно-агрегатное состояние чернозёма типичного (табл. 1).

Площадь учётной делянки составляла 2700 м². Севооборот включал следующее чередование культур: пар (чистый/сидеральный) — озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — сахарная свекла (*Beta vulgaris* L. v.s. *accharifera*) — гречиха (*Fagopyrum esculentum*) — ячмень (*Hordeum vulgare* L.). Ячмень сорта Суздалец высевали в количестве 5 млн шт./га в лучшие агротехнические сроки.

Почвенный покров представлен чернозёмом типичным среднесуглинистым с содержанием (в слое 0–20 см) гумуса 5,8%, щёлочногидролизующего азота 20,5 мг/100 г, подвижного фосфора — 13,0 мг/100 г, обменного калия — 12,0 мг/100 г почвы, pH — 5,6.

Оценку условий увлажнения проводили с учётом гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова: ГТК < 0,4 — сухая; ГТК = 0,4–0,7 — очень засушливая; ГТК = 0,7–1,0 — засушливая; ГТК = 1,0–1,3 — слабо-засушливая; ГТК = 1,3–1,6 — достаточно влажная; ГТК > 1,6 — избыточно влажная. Содержание влажности почвы в слое почвы 0–20 см определяли термостатно-весовым методом, запасы продуктивной влаги — расчётным способом. Оценку запасов продуктивной влаги в слое 0–100 см оценивали по следующей

шкале: > 160 мм — запасы очень хорошие, 160–130 мм — хорошие, 130–90 мм — удовлетворительные, 90–60 мм — плохие, < 60 мм — очень плохие. Для изучения структурного состояния чернозёма типичного отбирали почвенные образцы в вариантах опыта в слое 0–20 см в период начала весенней вегетации и в летний период перед уборкой урожая ячменя. Определение структурно-агрегатного состава почвы проводили по методу Н.И. Саввинова (сухое и мокрое просеивание) [14]. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программных средств «Microsoft Office Excel» и «Statistica 10».

Результаты

Погодные условия в период проведения исследований характеризовались повышенным температурным режимом и дефицитом осадков. Условия вегетационного периода ячменя (апрель — июль) можно охарактеризовать как слабозасушливые (ГТК = 1,0). Гидротермический коэффициент по Селянину в мае составил 1,4, в июне — 1,1, в июле — 0,5.

Для оценки влагообеспеченности в период посева ячменя была определена влажность почвы, а также запасы весенней продуктивной влаги (рис. 1, 2).

Полученные данные позволили установить, что изменение влажности почвы происходило постепенно, в зависимости от глубины обработки почвы (НСР₀₅ = 2,07). Наибольшая влажность почвы наблюдалась в варианте с нулевой обработкой — 27,8%, с отвальной — 22,3%, с безотвальной — 24,0%, с поверхностной — до 24,1%.

Запасы весенней продуктивной влаги распределялись по слоям почвы неравномерно, однако нулевая обработка превосходила остальные варианты исследований. Максимальное количество продуктивной влаги было с использованием нулевой обработки почвы — 157,3 мм, с отвальной — 102,6 мм, с безотвальной — 86,1 мм и с поверхностной — 83,4 мм.

Структурно-агрегатное состояние почвы — это один из агрофизических показателей почвы, который может значительно изменяться за относительно небольшие промежутки времени. В наших исследованиях наблюдалось изменение структуры чернозёма типичного в зависимости от способа основной обработки почвы и агротехнологий в целом в течение вегетации ячменя (рис. 3).

При сухом просеивании исследуемых образцов почвы было установлено, что наибольшее количество глыбистой фракции > 10 мм в послепосевной период наблюдалось в варианте с нулевой обработкой почвы — 35,2%. С применением безотвальной обработки количество агрегатов этой фракции было минимальным — 9,5%.

При подсчёте агрегатов размером 10...3 мм различия между вариантами наблюдались в каждой из фракций, при этом наибольшее количество агрегатов было в ва-

Таблица 1. Схема проведения исследований

Table 1. Research scheme

Агротехнологии	Обработка почвы	Глубина обработки, см	Вид пара	Дозы удобрений, кг д.в./га
Базовая	1. Отвальная	20–22	чистый	N ₃₂ P ₃₉ K ₃₉
	2. Безотвальная	14–16	чистый	N ₃₂ P ₃₉ K ₃₉
Интенсивная	3. Поверхностная	10–12	сидеральный	N ₆₄ P ₇₈ K ₇₈
	4. Нулевая	–	сидеральный	N ₆₄ P ₇₈ K ₇₈

Рис. 1. Влияние способов обработки почвы и агротехнологий на влажность чернозёма типичного

Fig. 1. The influence of tillage methods and agricultural technologies on the humidity of typical chernozem

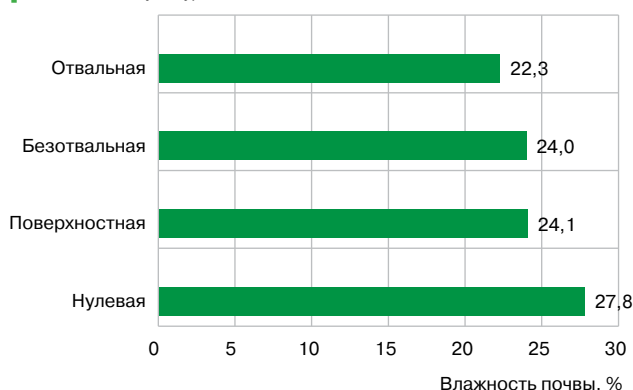
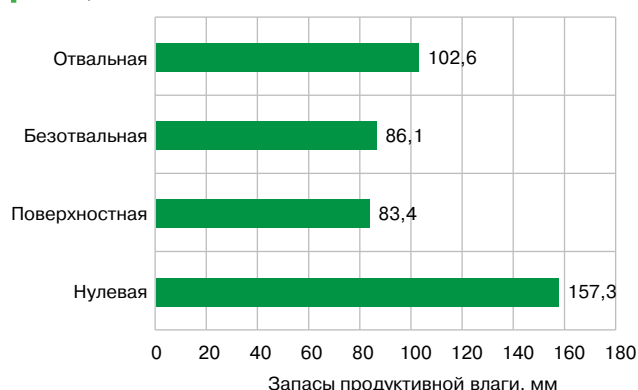


Рис. 2. Влияние способов обработки почвы и агротехнологий на запасы продуктивной влаги

Fig. 2. Influence of tillage methods and agricultural technologies on productive moisture reserves



рианте с безотвальной обработкой почвы, наименьшее — с отвальной. Стоит отметить, что начиная с фракций 3...0,25 мм соотношение агрегатов изменилось, и их стало больше в варианте с отвальной обработкой. Количество агрегатов фракции < 0,25 мм возрастало от нулевой к поверхностной обработке.

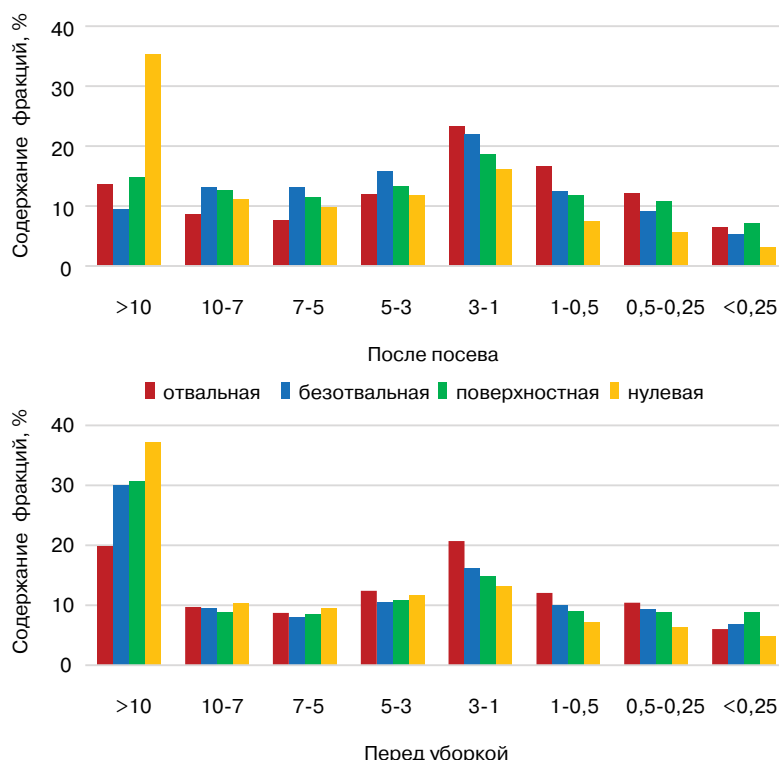
В конце вегетации ячменя структура чернозёма типичного значительно изменилась, однако, в варианте с нулевой обработкой тенденция образования агрегатов более 10 мм сохранялась, с отвальной обработкой их количество увеличилось до 19,9%, с безотвальной до 30,0%, с поверхностной до 30,6%. Агрегатов фракции 10...3 мм было больше в варианте с нулевой и отвальной обработками почвы. Во фракциях 3...0,25 мм, как в период после посева ячменя, наблюдалось аналогичное влияние способов обработки почвы, наибольшее количество агрегатов было с отвальной обработкой. Агрегатов фракции < 0,25 мм было меньше с нулевой обработкой, что аналогично данным полученным в весенний период.

После сухого просеивания, исследуемые образцы почвы использовали для мокрого просеивания с целью определения водопрочных и неводопрочных агрегатов. В ходе проведения исследований было установлено, что неводопрочные агрегаты (фракция < 0,25 мм) чернозёма типичного преобладали над водопрочными как в период после посева ячменя, так и перед его уборкой. В результате исследований было установлено, что наибольшее количество водопрочных агрегатов было во фракциях 1...0,5 мм и 0,5...0,25 мм. Применение безотвальной обработки почвы способствовало увеличению количества водопрочных агрегатов вышеуказанных фракций в весенний период, перед уборкой урожая значительных различий между вариантами установлено не было (рис. 4).

Анализ структурно-агрегатного состояния изучаемых чернозёмных почв показал (рис. 5), что наибольший процент агрономически ценных агрегатов наблюдался в

Рис. 3. Содержание фракций в чернозёме типичном в зависимости от способов обработки почвы и агротехнологий (сухое просеивание)

Fig. 3. The content of fractions in typical chernozem, depending on the methods of tillage and agricultural technologies (dry sieving)



период посева ячменя в вариантах с отвальной (80,1%) и безотвальной (85,4%) обработками почвы при базовой технологии возделывания ячменя. Интенсивная технология, включающая ресурсосберегающую поверхностную и нулевую обработки почвы, а также использование сидерального пара и увеличенную дозу минеральных удобрений, способствовала формированию меньшего количества агрономически ценных агрегатов — 78,1 и 61,7% соответственно (рис. 5).

Изучаемые способы основной обработки почвы оказывали существенное влияние на сумму водопрочных агрегатов после посева ячменя только в варианте с безотвальной обработкой ($HCP_{05} = 5,41$). Так, в этом варианте происходило увеличение количества водопрочных агрегатов до 51,1% в весенний период и до 50,1% — перед уборкой урожая. Затем количество водопрочных агрегатов уменьшалось от нулевой к отвальной обра-

Рис. 4. Содержание фракций в чернозёме типичном в зависимости от способов обработки почвы и агротехнологий (мокрое просеивание)

Fig. 4. The content of fractions in typical chernozem, depending on the methods of tillage and agricultural technologies (wet sieving)

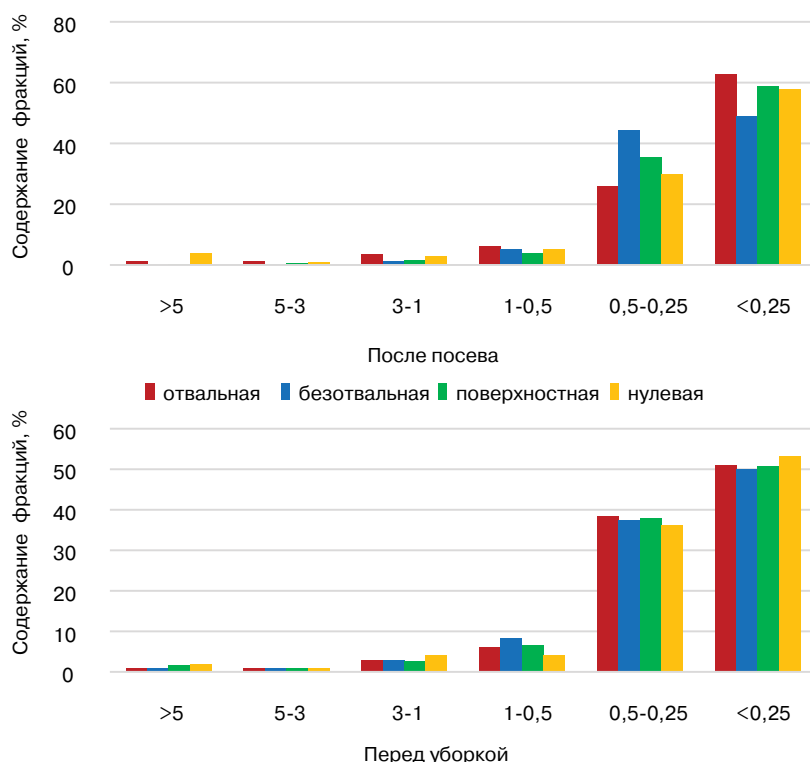


Рис. 5. Влияние основной обработки почвы и агротехнологий на количество агрономически ценных агрегатов

Fig. 5. The influence of basic tillage and agrotechnologies on the number of agronomically valuable aggregates

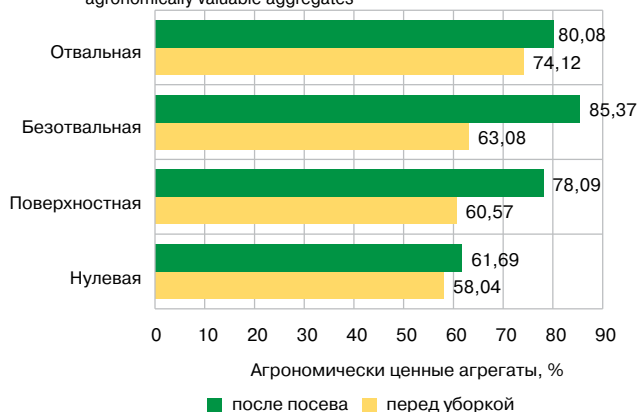


Рис. 6. Влияние основной обработки почвы и агротехнологий на количество водопрочных агрегатов

Fig. 6. The influence of basic tillage and agrotechnologies on the number of water resistant aggregates

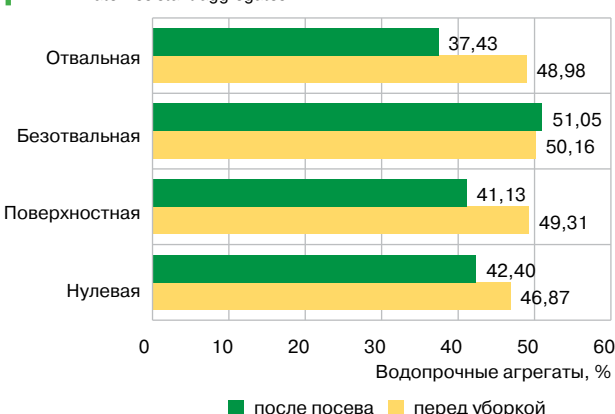
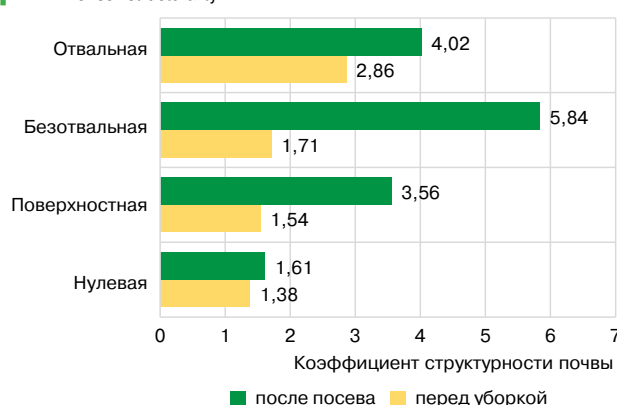


Рис. 7. Влияние основной обработки почвы и агротехнологий на коэффициент структурности почвы

Fig. 7. The influence of basic tillage and agrotechnologies on the coefficient of soil structurality



ботке. Перед уборкой ячменя количество водопрочных агрегатов снижалось от безотвальной к нулевой обработке почвы (рис. 6).

В связи с тем, что к моменту уборки как при базовой, так и при интенсивной технологиях сумма водопрочных агрегатов различалась незначительно, мы полагаем, что уровень интенсивности агротехнологий в этот период не оказал влияния на количество агрегатов ($HCP_{05} = 4,71$).

Коэффициент структурности различался в зависимости от используемых агротехнологий, а также при разных способах основной обработки почвы (рис. 7).

После посева ячменя коэффициент структурности с отвальной обработкой почвы составил 4,0, с безотвальной обработкой он был наибольшим — 5,8, с поверхностной — 3,6, с нулевой — 1,6. В конце вегетации ячменя коэффициент структурности снизился до 2,86 в варианте с отвальной обработкой почвы, до 1,7 — с безотвальной, до 1,5 — с поверхностной, до 1,4 — с нулевой. Наименее ценная структура чернозёма с точки зрения классической агрофизической модели

была отмечена в варианте с нулевой обработкой почвы (интенсивная технология), при которой коэффициент структурности после посева составил 1,6, перед уборкой — 1,4.

Выводы

Изучаемые виды агротехнологий, в частности способы основной обработки почвы, способствовали формированию разного количества влаги в почве. При использовании нулевой обработки почвы влажность почвы была максимальной (27,8%), при наиболее глубокой — отвальной обработке — количество влаги было минимальным (22,3%). Запасы весенней продуктивной влаги, как и влажность почвы, были выше с использованием нулевой обработки почвы (157,3 мм), при этом вариант

с отвальной обработкой (102,6 мм) превосходил варианты с безотвальной (86,1 мм) и поверхностной обработками (83,4 мм). Полученные результаты очередной раз подтверждают тот факт, что отвальная обработка почвы положительно влияет на задержание и сохранение влаги по сравнению с безотвальной и поверхностной обработками почвы, тем не менее она уступает нулевой обработке почвы.

Анализ структурно-агрегатного состояния чернозёмных почв позволил установить, что при сухом просеивании исследуемых образцов почвы наибольшее количество глыбистой фракции > 10 мм в послепосевной период наблюдалось в варианте с нулевой обработкой почвы, их количество составило 35,2%. Количество агрегатов фракции < 0,25 мм возрастало от нулевой к поверхностной обработке, что аналогично данным, полученным перед уборкой урожая ячменя. Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов отмечено в весенний период в вариантах с отвальной (80,1%) и безотвальной (85,4%) обработками почвы при базовой технологии возделывания ячменя. Интенсивная технология, включающая ресурсосберегающую поверхностную и нулевую обработки почвы, а также использование сидерального пара и увеличенной дозы минеральных удобрений, способствовала формированию меньшего количества агрономически ценных агрегатов (78,1 и 61,7% соответственно).

Сумма водопрочных агрегатов была выше в варианте с безотвальной обработкой почвы, как после посева (51,05%), так и перед уборкой ячменя (50,16%); затем, количество водопрочных агрегатов уменьшалось от нулевой к отвальной обработке. Наименее ценная структура изучаемых чернозёмных почв наблюдалась с нулевой обработкой почвы (интенсивная технология), при которой коэффициент структурности после посева ячменя составил 1,6, перед уборкой — 1,4. Рассматривая используемые агротехнологии в целом, можно полагать, что в условиях нашего опыта, лучшая структура почвы выявлена при базовой технологии с отвальной и безотвальной обработками почвы, но несмотря на это, вариант с нулевой обработкой почвы имеет определённые преимущества в конкретных технологиях возделывания полевых культур.

Работа выполнена по теме государственного задания № FGZU-2022-0005 «Разработать научно-практические основы экологически безопасной интенсификации производства зерновых культур в Центрально-Чернозёмном регионе на базе углубленной адаптации технологий к почвенно-климатическим особенностям агроландшафта (на примере озимой пшеницы и ярового ячменя)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухонов А.В., Худяков О.И., Борисов А.В. Изменения структурно-агрегатного состояния почв Нижнего Поволжья за последние 3500 лет в связи с динамикой климата // Почвоведение. 2018. № 6. С. 710–719. DOI: 10.7868/S0032180X18060072.
2. Artemyeva Z., Danchenko N., Kogut B., Kolyagin Y., Kirillova N. Chemical structure of soil organic matter and its role in aggregate formation in haplic chernozem under the contrasting land use variants // Catena. 2021. Vol. 204. Article 105403. DOI: 10.1016/j.catena.2021.105403.
3. Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Фарходов Ю.Р., Белобров В.П., Юдин С.А., Айдиев А.Я., Лазарев В.И., Фрид А.С. Изменения соотношения фракции агрегатов в гумусовых горизонтах чернозёмов в различных условиях землепользования // Почвоведение. 2019. № 2. С. 184–193. DOI: 10.1134/S0032180X19020060.
4. Ndzelu B.S., Dou S., Zhang X., Zhang Y., Ma R., Liu X. Tillage effects on humus composition and humic acid structural characteristics in soil aggregate-size fractions // Soil & Tillage Research. 2021. Vol. 213. Article 105090. DOI: 10.1016/j.still.2021.105090.
5. Nedvyha M., Prokopchuk I., Prokopchuk S. Impact of fertilizer systems in field crop rotation on structural state and water-physical properties of chernozem podzolized // Наукові горизонти. 2020. No. 3(88). P. 116–120. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-116-120.
6. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Зависимость структурно-агрегатного состояния чернозёма типичного от различных систем основной обработки почвы // Владимирский земледелец. 2019. № 2 (88). С. 24–27. DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10062.
7. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Lichko V.I., Smolentseva E.N., Smolentsev B.A., Semenova M.P. Influence of

land use on the physical properties of chernozems in the forest-steppe zone of Western Siberia // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. No. 9. P. 1337–1349. DOI: 10.1134/S1064229321090040.

8. Solodovnikov A.P., Denisov K.E., Danilov A.N., Korsak V.V., Pimonov K.I. Minimizing tillage to preserve the agro-chemical and water-physical properties of Southern Black Soil after vegetative reclamation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. No. 12. P. 1166–1172.

9. Лукьянов В.А., Прущик И.А. Оценка степени влияния гидротермических условий на урожайность озимой пшеницы при разных агротехнологиях в зернопаропропашном севообороте. Аграрная наука. 2021; 353 (10): 99–104.

10. Масютенко М.Н., Масютенко Н.П., Дубовик Е.В., Припутнева М.А. Влияние обработки биопрепаратами побочной продукции сельскохозяйственных культур на структурное состояние чернозёма типичного слабоэродированного // Земледелие. 2021. № 5. С. 14–19. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-5-14-19.

11. Биккинина Л.М.-Х., Лукманов А.А., Яппаров А.Х., Алиев Ш.А., Ильясов М.М., Шаронова Н.Л. Влияние известкования на структурно-агрегатное состояние чернозёма выщелоченного // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 37–40. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.12.

12. Dubovik E.V., Dubovik D.V., Shumakov A.V. Influence of primary tillage practices on the macrostructure of typical chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. No. 10. P. 1485–1495. DOI: 10.1134/S1064229321100057.

13. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Урожайность культур и продуктивность зерносвекловичного севооборота в Центрально-Черноземном регионе России при длительном внесении удобрений // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 6. С. 7–10. DOI: 10.31857/S2500-2627201967-10.

14. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

REFERENCES

1. Bukhonov A.V., Khudyakov O.I., Borisov A.V. Changes in the structural and aggregate state of the soils of the Lower Volga region over the past 3,500 years due to climate dynamics. Pochvovedenie. 2018. No. 6. P. 710–719 [In Russ.]. DOI: 10.7868/S0032180X18060072.
2. Artemyeva Z., Danchenko N., Kogut B., Kolyagin Y., Kirillova

N. Chemical structure of soil organic matter and its role in aggregate formation in haplic chernozem under the contrasting land use variants // Catena. 2021. Vol. 204. Article 105403. DOI: 10.1016/j.catena.2021.105403.

3. Kholodov V.A., Yaroslavtseva N.V., Farkhodov Y.R., Belobrov V.P., Yudin S.A., Aidiev A.Y., Lazarev V.I., Frid A.S. Changes in the ratio of fractionation of aggregates in humus horizons of

chernozems in various land use conditions. Pochvovedenie. 2019. No. 2. P. 184–193. (In Russ.)] DOI: 10.1134/S0032180X19020060.

4. Ndzelu B.S., Dou S., Zhang X., Zhang Y., Ma R., Liu X. Tillage effects on humus composition and humic acid structural characteristics in soil aggregate-size fractions // Soil & Tillage Research. 2021. Vol. 213. Article 105090. DOI: 10.1016/j.still.2021.105090.

5. Nedvyha M., Prokopchuk I., Prokopchuk S. Impact of fertilizer systems in field crop rotation on structural state and water-physical properties of chernozem podzolized // Наукові горизонти. 2020. No. 3(88). P. 116–120. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-116-120.

6. Vorontsov V.A., Skorochkin Y.P. Dependence of the structural-aggregate state of typical chernozem on various systems of basic soil treatment. Vladimirskii zemledelets. 2019. No. 2 (88). P. 24–27. (In Russ.)] DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10062.

7. Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Lichko V.I., Smolentseva E.N., Smolentsev B.A., Semenova M.P. Influence of land use on the physical properties of chernozems in the forest-steppe zone of Western Siberia // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. No. 9. P. 1337–1349. DOI: 10.1134/S1064229321090040.

8. Solodovnikov A.P., Denisov K.E., Danilov A.N., Korsak V.V., Pimonov K.I. Minimizing tillage to preserve the agro-chemical and water-physical properties of Southern Black Soil after vegetative reclamation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. No. 12. P. 1166–1172.

9. Lukyanov V.A., Pruschik I.A. Assessment of the influence

of hydrothermal conditions on the yield of winter wheat under different agricultural technologies in the grainfallow row crop rotation. Agrarian Science. 2021; 353 (10): 99–104. (In Russ.)] DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-99-104.

10. Masyutenko M.N., Masyutenko N.P., Dubovik E.V., Pripitneva M.A. Effect of treating byproduct of crops with biopreparations on the structural state of slightly eroded typical chernozem. Zemledelie. 2021. No. 5. P. 14–19. (In Russ.)] DOI: 10.24412/0044-3913-2021-5-14-19.

11. Bikkinina L.M.-H., Lukmanov A.A., Yapparov A.Kh., Aliev Sh.A., Iliasov M.M., Sharonova N.L. Influence of liming on the structural and aggregate state of leached chernozem. Plodorodie. 2019. No. 2(107). P. 37–40. (In Russ.)] DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.12.

12. Dubovik E.V., Dubovik D.V., Shumakov A.V. Influence of primary tillage practices on the macrostructure of typical chernozem // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. No. 10. P. 1485–1495. DOI: 10.1134/S1064229321100057.

13. Minakova O.A., Aleksandrova L.V., Podvigina T.N. Yield of crops and productivity of grain-beet crop rotation in the Central Chernozem region of Russia when applying fertilizers for a long time. Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2019. No. 6. P. 7–10. (In Russ.)] DOI: 10.31857/S2500-2627201967-10.

14. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of investigation of physical properties of soil. M: Agropromizdat, 1986, 416 p. (In Russ.)]

ОБ АВТОРАХ:

Лукьянов Вячеслав Анатольевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: lukyanov27@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1764-4083

Прущик Иван Алексеевич, младший научный сотрудник ORCID: 0000-0002-7737-7397

ABOUT THE AUTHORS:

Vyacheslav Anatolievich Lukyanov, candidate of biological sciences, staff scientist, ORCID: 0000-0003-1764-4083

Ivan Alekseevich Pruschik, junior staff scientist, ORCID: 0000-0002-7737-7397



**IV СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА
ПЛОДЫ И ОВОЩИ РОССИИ 2022**
27-28 ОКТЯБРЯ 2022 Г. / СОЧИ



АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозпредприятий, тепличных комбинатов, крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств; предприятий по переработке и хранению плодовоовощной продукции, агропарков и оптово-распределительных центров; представители крупнейших торговых сетей, национальных союзов и ассоциаций, инвестиционных компаний, банков, органов власти.

- Российское овощеводство открытого и закрытого грунта. Состояние отрасли и перспективы развития. Государственная поддержка.
- Состояние и перспективы картофелеводства России.
- Экспорт овощной продукции.
- Предпродажная обработка и упаковка овощной продукции.
- Государственная поддержка овощеводства открытого и закрытого грунта.
- Перспективы и болевые точки отрасли плодородия: какие изменения назрели?
- Российское плодородия: состояние отрасли.
- Садоводство в России – производственные возможности и перспективы рынка к 2023 г.
- Реализация плодовоовощной продукции. Как наладить поставки в торговые сети?

По вопросам участия: +7 (909) 450-36-10

По вопросам выступления: +7 (988) 248-47-17

e-mail: events@agbz.ru

Регистрация на сайте: fruitforum.ru

Реклама 12+



УДК 633.11:631.52:631.559

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-76-79>

исследования/ research

Чернова В.Л.,
Скрипка О.В.,
Подгорный С.В.,
Самофалов А.П.,
Громова С.Н.

Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, г. Зерноград, Ростовская обл., 3347740, Россия
E-mail: chernova26111999@mail.ru

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), урожайность, масса 1000 зерен, натура зерна, пластичность, стабильность, гомеостатичность

Для цитирования: Чернова В.Л., Скрипка О.В., Подгорный С.В., Самофалов А.П., Громова С.Н. Сравнительная оценка урожайности, массы 1000 и натурной массы зерна сортов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 76–79.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-76-79>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Valentina L. Chernova,
Olga V. Skripka,
Sergey V. Podgorny,
Aleksander P. Samofalov,
Svetlana N. Gromova

Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia
E-mail: chernova26111999@mail.ru

Key words: winter common wheat (*Triticum aestivum* L.), productivity, 1000-kernel weight grain nature weight, adaptability, stability, homeostaticity

For citation: Chernova V.L., Skripka O.V., Podgorny S.V., Samofalov A.P., Gromova S.N. Comparative estimation of productivity, weight of 1000 grains and grain nature weight of the winter common wheat varieties according to the parameters of ecological adaptability and stability. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 76–79. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-76-79>

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.

Сравнительная оценка урожайности, массы 1000 и натурной массы зерна сортов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Создание высокопродуктивных и стабильных по урожайности сортов зерновых культур всегда было и будет главной задачей селекции. Производительность каждого сорта в основном определяется его генотипом, однако формирование его уровня в целом и отдельных элементов находится под влиянием условий выращивания, в частности погодно-климатических. Сорта одной культуры отличаются разной экологической и генетической изменчивостью признаков продуктивности, что влияет на их пластичность и стабильность.

Методы. Исследования проводились на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лаборатории озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (2016–2020 гг.) в конкурсном сортоиспытании. Материалом для исследований служили 9 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. В качестве стандарта — сорт Ермак. Опыты закладывали согласно методике полевого опыта.

Результаты. В статье представлены данные пятилетнего (2016–2020 гг.) изучения 9 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в конкурсном сортоиспытании. В результате изучения параметров экологической пластичности, стабильности, гомеостатичности по признаку урожайность выделились сорта: Донская степь, Раздолье, Зодиак; по натурной массе зерна: Донская степь, Шеф, Юбилей Дона, Рубин Дона, Универ; по массе 1000 зерен: Донская степь, Юбилей Дона, Находка.

Comparative estimation of productivity, 1000-kernel weight and grain nature weight of the winter common wheat varieties according to the parameters of ecological adaptability and stability

ABSTRACT

Relevance. The development of highly productive and stable varieties of grain crops has always been and will be the main breeding concern. The productivity of each variety greatly depends on its genotype, however, the formation of its level as a whole and its individual elements is influenced by growing conditions, in particular, weather and climatic conditions. The varieties of the same grain crop differ in different ecological and genetic variability of productivity traits, that affects their adaptability and stability.

Methodology. The current study was carried out in the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type of the FSBSI "ARC "Donskoy" in the competitive variety testing in 2016–2020. The objects of the study were 9 winter common wheat varieties of intensive type. The standard variety was Ermak. The trials were laid down according to the Dospekhov methodology of a field trial.

Results. The current paper presents the data of the five-year (2016–2020) study of 9 winter common wheat varieties of intensive type developed by the FSBSI "ARC "Donskoy" in the competitive variety testing. Studying the parameters of ecological adaptability, stability, homeostaticity, there have been identified the varieties Donskaya Step, Razdolie, Zodiak according to productivity. According to grain nature weight there have been identified such varieties as Donskaya Step, Shef, Yubiley Dona, Rubin Dona, Univer. According to 1000-kernel weight the best varieties were Donskaya Step, Yubiley Dona and Nakhodka.

Поступила в редакцию: 1 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 3 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 1 march 2022
Accepted in revised form: 3 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Проблема повышения валовых сборов зерна озимой пшеницы имеет большое значение для сельхозпроизводителей, но сборы должны быть не только большими, но и стабильными по годам. Внедрение в производство сортов с высокой и стабильной урожайностью — задача селекционеров [1].

Озимая пшеница — культура с высокой урожайностью, занимает одно из ведущих мест среди зерновых культур. Новые сорта, независимо от цели их использования, наряду с высокой продуктивностью и технологичностью должны обладать устойчивостью к экологическим факторам среды. Большинство сортов озимой пшеницы имеют высокий потенциал урожайности (10,0–13,0 т/га). Однако он не всегда реализуется. Подобное положение в значительной степени объясняется недооценкой крайне важного признака — адаптивной способности сорта [2–4]. Поэтому изучение и оценка экологической пластичности сортов, сферы их применения, адаптации к конкретным природно-климатическим условиям является важной задачей.

Всестороннее изучение генотипов по пластичности, стабильности и устойчивости к неблагоприятным условиям вегетации позволяет выделить из большого количества создаваемых сортов сорта с высокой степенью адаптации к условиям конкретного региона [4–9].

В связи с этим основной целью нашей работы являлось проведение оценки сортов озимой мягкой пшеницы по основным хозяйственно ценным признакам (урожайности и некоторым мукомольным качествам зерна), а также установить параметры экологической пластичности (bi), стабильности (S^2di) и гомеостатичности (Hom) урожайности, массы 1000 зерен и натурной массы зерна.

Методика исследований

Исследования проводились на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лаборатории озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (2016–2020 гг.) в конкурсном сортоиспытании. Материалом для исследований служили 11 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. В качестве стандарта — сорт Ермак.

Опыты закладывали согласно методике полевого опыта [4]. Посев проводили в оптимальные сроки навесной сеялкой «Wintersteiger Plotseed». Норма высева — 4,5 млн всхожих зерен на 1 га, глубина заделки — 5–6 см. Площадь делянки — 10 м², повторность — 6-кратная. Уборку урожая проводили однофазным способом, малогабаритным комбайном «Wintersteiger Classic». Лабораторные исследования массы 1000 зерен и натурной массы зерна проводили по общепринятым методикам согласно ГОСТам:

— натура зерна — ГОСТ Р 10840-2017;

— масса 1000 зерен — ГОСТ 10842-89.

Адаптивные свойства новых сортов определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966), гомеостатичность определяли по методике В.В. Хангильдина (1981).

Погодные условия в годы проведения исследований существенно

различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующих в течение вегетационного периода. Очень засушливым был 2020 год, количество осадков составило 443,6 мм при норме 582,0 мм. Наиболее влагообеспеченным был 2016 год, количество осадков — 660 мм (114% к годовой норме). Остальные годы (2017, 2018, 2019 гг.) по сумме выпавших осадков были на уровне среднесезонных показателей, но осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, что оказало различное влияние на рост и развитие озимой мягкой пшеницы.

Результаты исследований

За годы исследований (2016–2020 гг.) урожайность по сортам варьировала от 6,0 т/га у стандартного сорта Ермак до 13,06 т/га у сорта Раздолье (табл. 1).

Самый низкий размах изменчивости был у сорта Рубин Дона (3,84 т/га), а самый высокий отмечен у сорта Раздолье (5,73 т/га).

Наибольшую урожайность имели сорта: Раздолье (10,57 т/га), Универ (9,86 т/га) и Донская степь (9,76 т/га).

Максимальная экологическая пластичность (bi) отмечена у сорта Раздолье (1,21), он хорошо реагирует на изменения условий среды. Остальные сорта в данной выборке приближались к единице (от 0,92 до 1,05). Наиболее стабильным был сорт Зодиак ($S^2di = 0,03$), менее стабильным — Универ ($S^2di = 0,54$).

Пластичность и стабильность основаны на гомеостазе. Среди изучаемых сортов наиболее гомеостатичными были Этюд (Hom = 11,45), Зодиак (Hom = 11,06), наименее — Раздолье (Hom = 8,18), Универ (Hom = 8,31). Остальные имели значения от 9,02 до 10,90.

На признак «натура зерна» влияет крупность зерна, а также форма и выравненность. Данные по натуре зерна представлены в таблице 2.

Из таблицы следует, что все сорта в среднем за годы изучения имели высоконатурное зерно, их значения варьировали от 793 г/л до 824 г/л.

У сортов Юбилей Дона, Шеф, Универ, Находка, Рубин Дона и Донская степь натура зерна была более 800 г/л. В наших исследованиях наименьшая реакция на изменения условий года зафиксирована у сортов Уни-

Таблица 1. Экологическая пластичность (bi), стабильность (S^2di) и гомеостатичность (Hom) сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности, 2016–2020 гг.

Table 1. Ecological adaptability (bi), stability (S^2di) and homeostaticity (Hom) of the winter common wheat varieties according to productivity, 2016–2020

Сорта	Параметры варьирования урожайности, т/га			bi	S^2di	Hom
	min	max	Xi			
Ермак, ст.	6,00	10,38	8,82	0,99	0,22	9,02
Аксинья	6,53	10,74	9,09	0,94	0,09	10,61
Находка	6,75	10,94	9,07	0,92	0,07	10,90
Этюд	6,73	10,74	9,15	0,93	0,04	11,45
Шеф	6,74	10,99	9,27	0,96	0,10	10,70
Донская степь	7,22	11,83	9,76	1,03	0,07	10,24
Юбилей Дона	6,78	11,51	9,40	1,05	0,06	9,12
Универ	6,80	12,36	9,86	1,03	0,54	8,31
Зодиак	6,76	11,13	9,42	0,94	0,03	11,06
Раздолье	7,33	13,06	10,57	1,21	0,18	8,18
Рубин Дона	6,77	10,61	9,51	1,01	0,10	9,43

Таблица 2. Экологическая пластичность (bi), стабильность (S^2di) и гомеостатичность (Hom) сортов озимой мягкой пшеницы по натуре зерна, 2016–2020 гг.

Table 2. Ecological plasticity (bi), stability (S^2di) and homeostaticity (Hom) of winter common wheat varieties by grain type, 2016–2020

Сорта	Параметры варьирования урожайности, т/га			bi	S^2di	Hom
	min	max	$\bar{X}_i$			
Ермак, ст.	757	821	796	0,76	197,1	405,5
Аксинья	759	830	793	0,63	942,8	277,8
Находка	759	829	804	0,92	187,5	328,1
Этюд	750	829	798	1,08	206,1	249,2
Шеф	776	835	814	0,79	66,0	486,7
Донская степь	754	825	801	1,00	54,4	317,5
Юбилей Дона	754	841	824	1,22	1002,1	130,8
Универ	733	871	806	1,64	765,5	91,5
Зодиак	745	830	799	1,12	136,2	229,4
Раздолье	748	833	795	0,99	256,5	241,5
Рубин Дона	765	828	804	0,85	84,8	413,2

Таблица 3. Экологическая пластичность (bi), стабильность (S^2di) и гомеостатичность (Hom) сортов озимой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен, 2016–2020 гг.

Table 2. Ecological adaptability (bi), stability (S^2di) and homeostaticity (Hom) of the winter common wheat varieties according to 1000-kernel weight, 2016–2020

Сорта	Параметры варьирования урожайности, т/га			bi	S^2di	Hom
	min	max	$\bar{X}_i$			
Ермак, ст.	39,66	50,64	45,41	1,10	2,32	42,42
Аксинья	39,28	48,52	44,27	0,74	4,61	62,15
Находка	38,28	45,66	42,64	0,92	1,71	66,28
Этюд	39,16	50,64	46,22	1,09	2,96	42,01
Шеф	34,44	46,44	41,09	1,24	4,94	27,35
Донская степь	37,96	46,74	43,84	0,94	0,77	59,39
Юбилей Дона	34,58	43,88	40,86	1,00	0,59	45,83
Универ	34,76	47,80	41,02	1,44	8,27	21,30
Зодиак	41,76	52,02	46,96	0,85	5,13	56,31
Раздолье	35,75	43,80	39,11	0,70	4,32	58,67
Рубин Дона	37,40	49,00	43,41	0,97	5,00	38,54

вер, Юбилей Дона, Зодиак и Этюд ($bi = 1,64; 1,22; 1,12; 1,08$ соответственно). В данном наборе сортов наиболее стабильны были Донская степь, Шеф и Рубин Дона ($S^2di = 54,4; 66,0; 84,8$). Менее стабильны — Аксинья, Универ и Раздолье ($S^2di = 942,8; 765,5$ и $256,5$). Сорта, имеющие высокую стабильность, также имеют высокие значения гомеостатичности — это сорта Шеф ($Hom =$

487,7), Рубин Дона ($Hom = 423,2$), Ермак ($Hom = 405,5$) и Донская степь ($Hom = 317,5$).

Масса 1000 зерен имеет большое влияние на урожайность. В таблице 3 представлены данные наших исследований по массе 1000 зерен.

В среднем за годы исследований изучаемые сорта характеризовались как генотипы с крупным зерном (более 40 г), за исключением сорта Раздолье (39,11 г).

Самое высокое значение было отмечено у сортов Зодиак (46,96 г) и Этюд (46,22 г). Два сорта — Универ ($bi = 1,44$) и Шеф ($bi = 1,24$) — с коэффициентом регрессии выше единицы весьма положительно реагируют на изменения условий года. Наиболее пластичный сорт — Юбилей Дона ($bi = 1,00$).

Сорта Юбилей Дона ($S^2di = 0,59$), Донская степь ($S^2di = 0,77$) и Находка ($S^2di = 1,71$) наиболее стабильны в нашем опыте по параметру массы 1000 зерен. Высокая гомеостатичность была отмечена у образцов Находка ($Hom = 66,28$), Аксинья ($Hom = 62,15$) и Донская степь ($Hom = 59,39$). Эти сорта менее чувствительны к изменениям условий выращивания и способны в разных условиях формировать крупное зерно.

Выводы

В результате изучения параметров экологической пластичности, стабильности, гомеостатичности по признаку урожайность нами выделены сорта: Донская степь, Раздолье, Зодиак; по натуре зерна: Донская степь, Шеф, Юбилей Дона, Рубин Дона, Универ; по массе 1000 зерен: Донская степь, Юбилей Дона, Находка.

Для дальнейшей и успешной работы селекционеров необходимо вовлекать в селекционные программы скрещиваний сорта Донская степь, Шеф, Юбилей Дона, Универ и

Раздолье для получения нового селекционного материала с высоким потенциалом продуктивности и стабильности.

Немаловажное значение эти сорта также имеют для сельхозтоваропроизводителей для получения высоких и стабильных урожаев в различных климатических условиях данного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравченко Н.С., Ионова Е.В. Степень адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») // Зерновое хозяйство России. 2015. № 5(41). С. 7–10.
2. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А., Усенко Н.И., Морозова Е.В., Осипова С.В., Пермякова М.Д., Афонников Д.А., Отмахова Ю.С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней

среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017; № 52 (3): 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

3. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2016; Т. 51. № 5: 617 – 626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.

4. Аленин П.Г., Кухарев О.Н., Кшикаткин С.А. Ресурсосберегающие адаптивные приемы и технологии возделывания зерновых культур // Вестник Ульяновской государственной

сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(38). С. 6–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.

5. Попов А.С., Герасименко Г.П., Марченко Д.М., Герасименко Т.В., Яценко В.А., Игнатова Н.Г. Урожайность и качество сортов мягкой озимой пшеницы в восточной зоне Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2016. № 2(44). С. 27–30.

6. Пискарев В.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018; № 22 (7): 784–794. DOI: 10.18699/VJ18/422.

7. Левакова О.В. Результаты изучения адаптивно-экологиче-

ческих показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 2(62). С. 13–14.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 издание, перераб. и допол., стереотип изд. М.: *Альянс*. 2014. 351 с.

9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. V. 6 (№ 1): 36–40.

10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюл. ВСГИ*. 1981; Вып. 39: 8–14.

REFERENCES

1. Kravchenko N.S., Ionova E.V. The degree of adaptability of winter soft wheat varieties in the conditions of a provocative background ("drought") // *Grain farming of Russia*. 2015. № 5(41). С. 7–10.

2. Khlestkina E. K., Zhuravleva E. V., Pshenichnikova T. A., Usenko N. I., Morozova E. V., Osipova S. V., Permyakova M. D., Afonnikov D. A., Otmakhova Yu. S. Modern opportunities for improving quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential-by-environment interactions (review) // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2017. Vol. 52. No. 3. P. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

3. Rybas' I.A. Breeding grain crops to increase adaptability (review). *Agricultural biology*. 2016; V. 51. № 5: 617 – 626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.

4. Alenin P.G., Kuharev O.N., Kshnikatkin S.A. Resource-saving adaptive techniques and technologies of cultivation of grain crops // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017. № 2(38). С. 6–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.

5. Popov A.S., Gerasimenko G.P., Marchenko D.M.,

Gerasimenko T.V., Yatsenko V.A., Ignatieva N.G. Yield and quality of varieties of soft winter wheat in the eastern zone of the Rostov region // *Grain farming of Russia*. 2016. № 2(44). С. 27–30.

6. Piskarev V.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Sources for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Novosibirsk region. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektii=Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(7):784-794. DOI 10.18699/VJ18.422 (in Russian).

7. Levakova O.V. Results of the study of adaptive and ecological indicators of new varieties and promising lines of winter soft wheat in the conditions of the Ryazan region // *Grain farming of Russia*. 2019. № 2(62). С. 13–14.

8. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results). 5th edition, appr. and add. Stereotype ed. Moscow: *Alliance*. 2014. 351 p.

9. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966. V. 6 (No. 1): 36–40.

10. Khangildin V.V., Litvinenko N.A. Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties. *Scientific-technical bul. VSGI*. 1981; Issue 39: 8–14.

ОБ АВТОРАХ:

Чернова Валентина Леонидовна, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, chernova26111999@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

Скрипка Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312

Подгорный Сергей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

Самофалов Александр Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808

Громова Светлана Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X

ABOUT THE AUTHORS:

Chernova Valentina Leonidovna, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, chernova26111999@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

Skripka Olga Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312

Podgorny Sergey Viktorovich, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

Samofalov Aleksandr Petrovich, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808

Gromova Svetlana Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X

УДК 633.36/37

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-80-85>

исследования/ research

**Берзегова А.А.,
Сапиев Ю.А.**

Майкопская опытная станция — филиал Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», ул. Научная, д. 1, п. Подгорный, Республика Адыгея, 385746, Россия

E-mail: berzegova_aneta@mail.ru

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, период вегетации, межфазные периоды, продуктивность, почва, климатические условия

Для цитирования: Берзегова А.А., Сапиев Ю.А. Результаты изучения коллекционных образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа. *Аграрная наука*. 2022; 360 (6): 80–85.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-80-85>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Aneta A. Berzegova,
Yuri A. Sapiev**

Maikop Experimental Station — branch of the Federal Research Center “All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov”, Nauchnayast., 1, v. Podgorny, Republic of Adygea, 385746, Russia

E-mail: berzegova_aneta@mail.ru

Key words: common bean, vegetation period, interphase periods, productivity, soil, climatic conditions

For citation: Berzegova A.A., Sapiev Y.A. Results of the study of collection specimens of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the foothill zone of the Northwestern Caucasus. *Agrarian Science*. 2022; 360 (6): 80–85. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-80-85>

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.

Результаты изучения коллекционных образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучение коллекционных образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) с целью выявления среди них наиболее приспособленных к местным условиям и обозначения хозяйственно-пробел вместо дефицационных признаков в условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа для возделывания данной культуры в производственных масштабах.

Материалом для данной работы явились 106 образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова разнообразного эколого-географического происхождения 2019–2021 г. поступления, репродуцированных на Майкопской опытной станции — филиале ВИР.

Методы исследования: изучение и оценка морфологических признаков, фенологические и статистические исследования.

Результаты. В течение роста и развития между растениями проявляются конкурентные взаимоотношения, что напрямую влияет на их стойкость к условиям внешней среды и продуктивность отдельных растений. Исходя из этого, очень своевременно детальное исследование лучших европейских и отечественных сортов и выделение хозяйственно-пробел вместо дефицационных признаков в условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа. Рост и развитие растений фасоли определяются сочетанием количества тепла и влаги за вегетационный период, а также индивидуальной реакцией сортов на эти показатели (в данном случае в условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа), обусловленной генотипом. Основные характеристики, выделяющие фасоль обыкновенную (*Phaseolus vulgaris*) в ряду продовольственных зернобобовых культур, — это ее широкий диапазон в пищевой промышленности и питательность. В семенах этой культуры находится до 30% белка, до 3% жира, а в белке — все незаменимые для человека аминокислоты. В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), выявление среди них наиболее приспособленных к местным условиям и обозначение перспективы возделывания культуры в производственных масштабах в почвенно-климатических условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа.

Results of the study of collection specimens of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the foothill zone of the Northwestern Caucasus

ABSTRACT

Relevance. The study of collection samples of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in order to identify among them the most adapted to local conditions and designate economically valuable traits in the foothill zone of the North-Western Caucasus for the cultivation of this crop on an industrial scale.

Methods. The material for this work was 106 accessions of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov of diverse ecological and geographical origin, that arrived in 2019–2021 and were reproduced at the Maikop Experimental Station, a branch of VIR. Research methods: study and evaluation of morphological features, phenological and statistical studies.

Results. During growth and development, competitive relationships appear between plants, which directly affects their resistance to environmental conditions and the productivity of individual plants. Based on this, a detailed study of the best European and domestic varieties and the designation of economically valuable traits in the conditions of the foothill zone of the Northwestern Caucasus are very timely. The growth and development of bean plants is affected by a combination of the amount of heat and moisture during the growing season, as well as the individual response of varieties to these indicators, in this case, in the conditions of the foothill zone of the Northwestern Caucasus, due to the genotype. The main characteristics that distinguish the common bean (*Phaseolus vulgaris*) among food leguminous crops are its wide range in the food industry and nutritional value. The seeds of this crop contain up to 30% protein, up to 3% fat, and the protein contains all amino acids indispensable for humans nutritionally. The article presents the results of studying the collection samples of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), identifying among them the most adapted to local conditions and designating the prospects for cultivating the crop on an industrial scale in the soil and climatic conditions of the foothill zone of the Northwestern Caucasus.

Поступила в редакцию: 28 марта 2022

Одобрена после рецензирования: 11 мая 2022

Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 28 march 2022

Accepted in revised form: 11 may 2022

Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Фасоль обыкновенная широко распространена в мировом земледелии, ее возделывают более чем в 150 странах в различных почвенно-климатических зонах. Широкое распространение фасоли обусловлено важнейшим показателем ее пищевой ценности и высоким содержанием белка в семенах (20–35% в разных сортах) [1, 2].

Основным хранителем генетического разнообразия исходного материала для селекции является мировая коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. Сегодня коллекция включает в себя 7790 образцов фасоли из 102 стран мира и содержит как местные, так и селекционные сорта [3]. Каждый год осуществляется исследование образцов коллекции, что дает возможность находить и производить исходный материал, способный ощутимо увеличить эффективность селекционной работы.

Наследственная природа сорта и совместное влияние био- и абиотических факторов влияют на темп и ритм развития растений, время наступления отдельных фенологических фаз и длину вегетационного периода в целом. Длительность вегетационного периода — одна из характеристик, по которой определяют готовность к процессу возделывания сорта в различных почвенно-климатических условиях, а также возможность его использования в качестве исходного материала в различных селекционных программах [4]. При благоприятных условиях самые ранние сорта фасоли заканчивают развитие за 65–75 дней, самые поздние — созревают за 125–130 дней.

Вегетационный период сорта — изменяющееся значение, оно обладает диапазоном как в географическом разрезе, так и по годам. Непостоянство вегетационного периода по годам в одном и том же пункте определяется в основном двумя показателями: осадками и температурой [5]. Длительность вегетации от посева до цветения в большей мере зависит от суммы среднесуточных температур, а продолжительность налива зерна, кроме суммы температур, вплотную зависит от условий увлажнения. Повышение длительности вегетационного периода, замедление развития и процесса роста растений может быть обусловлено низкими и невысокими плюсовыми температурами, а также прохладной погодой, что изменяет ход физиолого-биохимических процессов [6, 7].

В теплую погоду, напротив, можно наблюдать ускорение развития. Помимо этого, общая длительность вегетационного периода фасоли напрямую зависит от продолжительности межфазного периода «всходы — цветение». Согласно различным научным наблюдениям, повышенная продуктивность фасоли обусловлена тем, что отдельные фазы развития сорта и вегетационный период завершаются до начала засухи и активной деятельности вредителей и болезней [8]. Подобные сорта могут быть выведены селекционным путем только при исследовании индивидуальной изменчивости вегетационного периода. Поэтому морфологические и фенологические исследования коллекционных образцов фасоли в

условиях предгорной зоны Северо-Западного Кавказа являются актуальными.

Материалом для данной работы явились 106 образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова разнообразного эколого-географического происхождения 2019–2021 г. поступления, репродуцированных на Майкопской опытной станции — филиале ВИР.

Исследованный материал представлен селекционными и местными сортами различного географического происхождения из 21 страны (табл. 1). Больше всего образцов было из России (52), Германии (12), Нидерландов (6), Франции (5), Чехии (5).

Морфологические и хозяйственно ценные признаки, необходимые для статистической обработки результатов исследований, внесены в базу данных (БД), где они кодируются в соответствии с классификатором Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. В данной базе определены следующие разделы: номер каталога, название сорта, происхождение образца, год репродукции, содержание белка, характер роста, тип куста, окраска семян и незрелого боба, наличие пергаменты и волокна в бобах, форма боба по поперечному сечению, масса 1000 семян, группа спелости, продуктивность, направление использования.

Полученные данные подвергали статистической обработке с использованием компьютерной программы «Stagraphics». Для определения длительности периода вегетации и сравнительной скороспелости сортов, рассмотрения сортовых особенностей, характеризующихся различной длиной периодов между отдельными фазами роста и развития растений, а также для выявления отношения сортообразцов к метеорологическим условиям в разные периоды проводили фенологические исследования по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9, 10]. Отмечали фазы: начало и полные всходы, начало и полное цветение, начало и полное созревание.

Результаты

Длительность вегетационного периода является одной из важнейших характеристик растений, часто определяющей готовность их возделывания в той или иной местности. Данный период у фасоли обыкновенной состоит из совокупности нескольких этапов (всходов, цветения, созревания), исследование которых в опреде-

Таблица 1. Происхождение изученных образцов

Table 1. Origin of the studied samples

Континент (страна)	Число образцов	Страна
Россия	52	Россия — 52
Европа	44	Венгрия — 1, Германия — 12, Молдова — 1, Нидерланды — 6, Румыния — 1, Украина — 4, Чехия — 5, Канада — 1, Греция — 1, Беларусь — 3, Армения — 4, Франция — 5
Северная Америка	2	Канада — 1, США — 1
Южная Америка	1	Коста-Рика — 1
Австралия	1	Австралия — 1
Африка	2	Бутан — 2
Азия	3	Казахстан — 2, Япония — 1
Всего	106	

Таблица 2. Продолжительность и гидротермическое обеспечение основных фаз развития фасоли, 2019–2021 гг.

Table 2. Duration and hydrothermal supply of the main phases of bean development, 2019–2021

Год	Межфазный период									Вегетационный период		
	посев — всходы			всходы — цветение			цветение — созревание					
	дни	°С*	мм**	дни	°С*	мм**	дни	°С*	мм**	дни	°С*	мм**
2019	17 (16–17)	262 (251–268)	40	30 (26–35)	538 (531–733)	44	40 (36–50)	1034 (933–1287)	160	75 (68–77)	1662 (1601–1858)	204
2020	12 (11–13)	195 (175–220)	37	42 (33–45)	854 (697–988)	93	43 (40–51)	1028 (955–1224)	59	71 (65–75)	1954 (1874–2023)	152
2021	10 (10–12)	220 (214–253)	39	35 (33–38)	812 (760–891)	133	44 (43–45)	864 (842–891)	95	82 (80–85)	1676 (1632–1725)	228
V, %	27	21	67	4	11	86	4	3	49	3	5	49

Примечание:* — средняя температура воздуха, °С; ** — сумма осадков за период, мм

ленных условиях представляет значительный интерес как для селекции, так и для производства.

Рост и развитие растений фасоли в большей части определяются сочетанием количества тепла и влаги за вегетационный период, а также индивидуальной реакцией сортов на эти условия, обусловленной генотипом. Большое количество осадков и высокая относительная влажность воздуха, как и низкие температуры воздуха, способствуют увеличению длительности вегетационного периода.

В продолжение трех лет исследований гидротермические условия за вегетационный период фасоли варьировались в широком диапазоне. Так, 2021 г. был влажным, с выпадением большого количества осадков, гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 1,3. Жарким и засушливым оказался 2019 г. (ГТК = 0,7). Самым подходящим для вегетации растений фасоли с ГТК, равным 1,0, был 2020 г.

Разнообразные погодные условия оказали свое действие на процесс формирования растений. В данном исследовании период «посев — всходы» колебался от 12 дн. в 2020 г. до 20 дн. в 2021 г. (табл. 2).

В процессе исследований для отобранных 106 образцов фасоли были обозначены средние значения, в скобках приведены минимальные и максимальные значения.

При этом рассчитанный коэффициент вариации (V) составил 25,3%, что говорит о ощутимой изменчивости данного признака.

Максимальное влияние на длительность данного периода оказало совместное воздействие температуры и выпавших осадков, сильно варьирующее в период изучения. Как понижение температуры воздуха ниже +13 °С при обильных осадках в 2019 г., так и снижение обоих показателей в 2021 г. приводило к значительному увеличению данного периода.

Продолжительность процесса вегетации фасоли зависит от длительности различных межфазных периодов. В период «всходы — цветение» происходит рост и развитие репродуктивных органов, обуславливающих формирование вегета-

тивной массы. Данный период имел небольшой диапазон изменений ($V = 4,0\%$) и колебался от 30 до 35 дн. Самая низкая продолжительность периода была в 2020 г. В основном, обильные осадки воздействовали на увеличение данного периода в 2019 и 2021 гг. (53,2 и 87,5 мм соответственно). Температура воздуха изменялась средне ($V = 13,0\%$).

В фазе «цветение — созревание» у фасоли закладывается число семян в бобе и, в дальнейшем, налив семян. Длительность данного периода варьировала от 39 дн. в 2020 г. до 43 дн. в 2021 г., коэффициент вариации был равен 3,5%. Средняя температура воздуха в данный период по годам исследования изменялась незначительно ($V = 2,6\%$), в то время как количество осадков изменялось в широких пределах ($V = 48,7\%$).

Посевы были произведены: 26 апреля 2019 г., 24 апреля 2020 г., 17 мая 2021 г. Полные всходы наблюдались в среднем 12 мая 2019 г. (12–13 мая), 18 мая 2020 г. (16–19 мая) 27 мая — 2021 г. (25 мая — 3 июня). Полное цветение было отмечено 17 июня 2019 г. (15–19 июня), 25 июня 2020 г. (23–27 июня), 3 июля 2021 г. (1–7 июля). Полное созревание было отмечено 23 июля 2019 г. (20–25 июля), 27 июля 2020 г. (25 июля — 1 августа), 29 августа 2021 г. (25 августа — 7 сентября). Продолжительности межфазных периодов и характеристики их теплолагообеспеченности представлены в табл. 2.

Рис. 1. Распределение коллекционных образцов по межфазным и вегетационному периодам (в среднем за 3 года изучения)

Fig. 1. Distribution of collection samples by interphase and vegetation periods (average for 3 years of study)

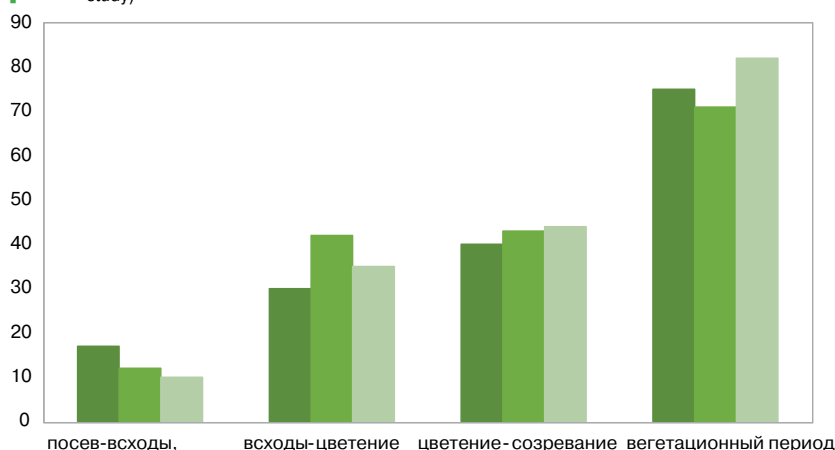


Таблица 3. Образцы фасоли, выделившиеся по результатам изучения в период 2019–2021 гг.

Table 3. Bean accessions selected according to the results of the study in the period 2019–2021

Номер каталога ВИР	Название образца	Происхождение	Тип куста	Число бобов с растения, шт.	Масса 1000 семян, г
O159179		Тамбовская обл.	К	23,9	456
O159181		Тамбовская обл.	К	30,4	423
O159182		Тамбовская обл.	К	13,5	125
630434	AIGUILLE VERT (PRECJCE)	Франция	К	14,6	645
630440	RUDY	Франция	К	21,8	672
O151723		Краснодарский кр.	Пв	20,8	603
431747	WITTE KNOBBEL BOON (ROGGEL)	Нидерланды	К	33,5	435
O89603		Украина	К	37,3	410
O152862	МАСЛЯНЫЙ КОРОЛЬ	Краснод. кр.	Пв	26,0	390
O155422		Краснод. кр.	Пв	18,6	108
O155425		Краснод. кр.	Пв	53,1	555
O155426		Краснод. кр.	пв	6,0	518
O155427		Краснод. кр.	К	33,3	384
O155428		Краснод. кр.	Пв	56,1	827
O155430		Краснод. кр.	К	73,0	509
O155431		Краснод. кр.	К	76,3	635
O159980	СПАРЖЕВАЯ	Краснод. кр.	Пв	39,0	116
O159983		Краснод. кр.	Пв	73,0	384
161228	МЕСТНАЯ (№ 193)	Каб.-Балкария	Пв	47,1	727
O161234	МЕСТНАЯ (№ 200)	Каб.-Балкария	Пв	24,0	601
630434	AIGUILLE VERT (PRECOCE)	Франция	Пв	28,2	859
630804	№ 503	Армения		62,5	718
632057	АФИНА	Беларусь	К	16,0	600
15213	GARDEN GREEN	Германия	К	56,1	116
15215	BLACK MARVEL	Германия	К	73,0	555
15236	ЛАДА	Приморск. кр.	К	76,3	384
15237	ПРИБЕЛЬСКАЯ	Татарстан	Пв		727
15253	BORLOTTO	Бутан	К	6,0	509
15254	MERIDIONAL	Германия	Пв	53,4	635
431792	GELE BOON (APELDERVN)	Нидерланды	К	2,3	718
O155430		Краснод. кр.	К	12,5	120
O161228	МЕСТНАЯ (№ 193)	Каб.-Балкария	К	17,3	120
O161229	МЕСТНАЯ (№ 194)	Каб.-Балкария	К	24,2	105
15725	COCO RUBICO	Франция	К	13,7	108
O159180		Тамбовск. обл.	К	24,9	208
632058	ЗИНУЛЯ	Беларусь	К	51,8	280
15723	ЗЛАТОВЛАСКА	Краснод. кр.	К	10,3	130
15733	СИБИРЯЧКА	Омская обл.	Пв	18,7	229
8079	N9	Приморский кр.	К	30,2	230
8608	GOLDHORN O.F	Германия	Пв	31,7	201
9528	WACHS RHEINLAND M.F.	Германия	К	63,4	307
9266	N320	Молдова	К	53,0	166
11361	TSURUNASHI INGEN	Япония	К	45,3	200
12054	NOUVEL ERMITAGE	Франция	К	37,8	148
15220		Канада	К	23,2	196

Продолжительность межфазных периодов образцов коллекции в среднем за 2019–2021 гг. изменялась в значительных пределах.

Наиболее короткий период «посев — всходы» (10 дней) наблюдался в 2021 г., когда средняя температура этого периода была 21,3°C, самый длинный (17 дней) — в 2019 г., при температуре 15,7°C. Период «всходы — цветение» 2020 г. оказался затянутым (42 дня) по сравнению с другими годами (30 дней в 2019 г. и 35 дней в 2021 г.) за счет неравномерного распределения осадков: выпадения большего количества осадков перед началом и в течение цветения после засушливого периода.

Минимально изменяющимся по годам был период «цветение — созревание», его продолжительность составила 40–44 дня.

Продолжительность периода от всходов до полного созревания составила в итоге в 2019 г. 75 дней (68–77 дней), в 2020 г. — 71 день (69–74 дня), в 2021 г. — 82 дней (80–85 дней) при средних температурах за вегетацию 23,6°C, 22,9°C и 20,4°C соответственно (рис. 1).

Таким образом, на длительность межфазных периодов напрямую влияет температурный режим и режим осадков. Суммы температур за период «всходы — созревание» у исследованных образцов варьировали от 1601 до 2023°C, т.е. при 90%-ной обеспеченности последних десятилетий (1992–2012 гг.) суммой активных температур 3050°C этот показатель не является лимитирующим для выращивания изученных образцов фасо-

ли. Повышение сумм температур за вегетацию в 2020 г. обусловлено повышением сумм температур за период «всходы — цветение» с удлинением периода. Средние температуры межфазных периодов были в пределах или выше (посев — всходы) хозяйственного оптимума температур.

Более продуктивны были сорта с большим числом элементов продуктивности (ветвей, бобов и семян), чем с высокой массой 1000 семян.

Выводы

Продолжительность вегетационного периода растений фасоли является переменной величиной, в большой мере зависящей от гидротермических условий на момент исследования. Разница температур и количества выпавших осадков является причиной изменения длительности фаз развития фасоли. Увеличение количества осадков способствует увеличению длительности периода вегетации, особенно в фазу «всходы — цветение». Дефицит влаги в период «посев — всходы» способствует задержке появления всходов. Наиболее продуктивными были сорта с большим количеством элементов продуктивности, во вторую очередь влияла масса 1000 зерен, длительность вегетации и высота растения не были доказано связаны с продуктивностью. В итоге получены образцы, превысившие районированные сорта по урожайности и массе 1000 семян, что делает перспективной коллекцию для решения актуального вопроса селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадова А.И. Бобовые как альтернативный источник белка в повседневном рационе человека. Знание. 2016; (35): 30–36.
2. Гагарина И. Н. Белковый комплекс семян фасоли и испытание биологической активности его компонентов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.23. Орел; 2005:147
3. Вишнякова М. А., Булынец С. В., Буравцева Т. В., Бурляева М. О., Сеферова И. В., Александрова Т. Г., Янков И. И., Егорова Г. П., Герасимова Т. В., Другова Е. В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. Санкт-Петербург: ВИР; 2010. 141.
4. Вишнякова М.А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства. Сельскохозяйственная биология. 2008;(3): 3–23.
5. Буравцева Т. В. Исходный материал для селекции фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) на северо-западе российской федерации. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Санкт-Петербург. 2014; (175 -3): 42–48.
6. Буданова В. И., Лагутина Л. В., Буравцева Т. В. Методические указания. Изучение образцов мировой коллекции фасоли. Л: ВИР; 1987: 28.
7. Казыдуб Н. Г. Зернобобовые культуры в структуре функционального питания (фасоль зерновая и овощная, горох

овощной, нут). Второй международный форум "Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России. Омск. 2018: 192–199.

8. Зотиков В. И. Зернобобовые и крупяные культуры - актуальное направление повышения качества продукции. Зернобобовые и крупяные культуры. 2017;(3): 23–28.

9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений. Москва. Росинформагротех. 2018;(Т-1):504.

10. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Министерство сельского хозяйства СССР. Москва. 1985:285.

11. Романова Х. С. Нетрадиционное применение фасоли как белкового обогатителя. Агропромышленные технологии Центральной России. 2017; (3-5):13–19.

12. Hwang C. Next generation crop models: A modular approach to model early vegetative and reproductive development of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) [et al.] Agricultural Systems. 2017;(155): 225–239.

13. Wiesinger J.A. The Fast Cooking and Enhanced Iron Bioavailability Properties of the Manteca Yellow Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Nutrients: E1609. doi: 10.3390/nu10111609.2018; (10): 110–112.

13. Sardi E. Studies on the biochemical lbackground of resistance in bean *Phaseolus vulgaris* L. Zoldsegermeszesikut. Intez.bull.1995;(27): 85–95.

REFERENCES

1. Asadova A.I. Legumes as an alternative source of protein in the daily human diet. Znanie, 2016; (35): 30–36. (in Russ.)
2. Gagarina, I. N. Protein complex of bean seeds and testing of the biological activity of its components: avtoreferat dissertacii ...kandidata selskohozyaistvennyh nauk: 03.00.23. Orel; 2005:147p. (in Russ.)
3. Vishnyakova M. A., Bulintsev S. V., Buravtseva T. V., Burlyayeva M. O., Seferova I. V., Alexandrova T. G., Yankov I. I., Egorova G. P., Gerasimova T. V., Drugova E. V. et al. Collection of World Genetic Resources of Grain Legumes VIR: replenishment, conservation and study. Metodicheskije ukazaniya. Sankt- Petersburg, VIR; 2010: 141 p. (in Russ.)
4. Vishnyakova M.A. The gene pool of leguminous crops and

adaptive selection as factors of biologization and ecologization of crop production. Selskohozyistvennaya biologiya. 2008;(3): 3–23. (in Russ.).

5. Buravtseva, T. V. Source material for breeding common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the north-west of the Russian Federation. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selekcii. Sankt- Petersburg. 2014. 2014; (175 -3): 42–48. (in Russ.)

6. Budanova V. I., Lagutina L. V., Buravtseva T. V. Guidelines. The study of samples of the world collection of beans. L: VIR. 1987. 28 p. (in Russ.)

7. Kazydub N. G. Leguminous crops in the structure of functional nutrition (grain and vegetable beans, vegetable peas, chickpeas). Vtoroy meqdnarodnyi forum "Zernobobovye kultury,razvivaycheesya napravlenie v Rossii." Omsk. 2018: 192–199. (in Russ.).

8. Zotikov V. I. Leguminous and cereal crops - an actual direction in improving the quality of products. *Zernobobovye i krupyanye kultury*. 2017;(3): 23-28. (in Russ.).

9. State register of selection achievements approved for use. Plant varieties. Moscow. Rosinformagroteh. 2018;(T-1):504. (in Russ.).

10. Fedin M. A. Methods of state variety testing of agricultural crops. Ministerstvo selskogo hozyaystva SSSR. Moscow. 1985:285. (in Russ.).

11. Romanova H.S. Non-traditional use of beans as a protein fortifier. *Agropromyshlennye tehnologii Zentralnoi Rossii*. 2017; (3-5): 13 - 19. (in Russ.).

12. Hwang C. Next generation crop models: A modular approach to model early vegetative and reproductive development of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) [et al.] *Agricultural Systems*. 2017;(155): 225-239.

13. Wiesinger J.A. The Fast Cooking and Enhanced Iron Bioavailability Properties of the Manteca Yellow Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Nutrients*: E1609. doi: 10.3390/nu10111609.2018; (10): 110-112.

13. Sardi E. Studies on the biochemical lbackground of resistance in bean *Phaseolus vulgaris* L. *Zoldsegetermesztesikut. Intez.bull.* 1995;(27): 85-95.

ОБ АВТОРАХ:

Берзегова Анета Абрековна, ведущий специалист отдела полевых культур, доктор биологических наук, доцент. E-mail: berzegova_aneta@mail.ru

Сapieв Юрий Аскарбиевич, директор Майкопской опытной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» E-mail: sapiev1959@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Berzegova Aneta Abrekovna, Leading Specialist of the Department of Field Crops, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor.

E-mail: berzegova_aneta@mail.ru

Sapiev Yuriy Askarbievich, Director of the Maikop Experimental Station - a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov

E-mail: sapiev1959@mail.ru

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

В США разработан способ выращивания растений без солнечного света, при помощи искусственных питательных веществ

Группой исследователей из Калифорнийского университета в Риверсайде и Делавэрского университета (США) разработан способ выращивания растений без солнечного света, при помощи искусственных питательных веществ. Результаты исследования опубликованы в журнале *Nature Food*.

В ходе исследований американские ученые создали метод, позволяющий преобразовывать углекислый газ и воду в ацетат (CH₃COO), который является основным составляющим уксусной кислоты. При введении в грунт это соединение позволяет растениям полноценно расти и функционировать без реакции фотосинтеза. При одновременном применении этой добавки с возобновляемыми источниками энергии (например, с солнечными панелями для выработки электричества), эффективность выращивания продовольствия увеличится до 18 раз, отметили разработчики. По мнению ученых, их метод позволит выращивать фрукты, овощи и злаки в сложных для сельского хозяйства условиях, вызванных климатическим кризисом.

(Источник: *lenta.ru*)



В МЭИ разработан метод повышения урожайности при помощи электрического воздействия

В МЭИ разработан метод электрофизического воздействия, позволяющий увеличить до 20% урожай и уничтожающий без применения химикатов вредные грибки и бактерии на семенах, сообщил ТАСС со ссылкой на Минобрнауки России.

Как отмечают в ведомстве, в основе метода лежит принцип электрического воздействия. Разработчики предлагают подавать необходимый уровень напряжения к электродам через небольшой объем воздуха, что позволит дозировать воздействие на семена. В результате семена подвергаются кратковременному стрессу, – он активизирует защитные механизмы, способствует ускорению роста и развития растения. Предложенный учеными подход не требует серьезных вложений и дорогих расходных материалов, так как использует только электричество и воздух. При этом он подходит для всех этапов: обеззараживание семян, стимуляция их прорастания, оздоровление и очистка всходов. По мнению исследователей, метод может быть внедрен как в больших агрохолдингах, так и на фермерских хозяйствах.

УДК 635. 21: 631.816

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-86-91>

исследования/ research

Молявко А.А.,
Марухленко А.В.,
Борисова Н.П.

Федеральный исследовательский центр карто-
феля имени А.Г. Лорха, ул. Лорха, 23, п. Краско-
во 1, Люберецкий район, Московская область,
140051, Россия
E-mail: brlabor@mail.ru

Ключевые слова: оригинальный картофель,
хелатные удобрения, стандартные мини-
клубни, тоннельные укрытия, питательный
грунт

Для цитирования: Молявко А.А., Марухлен-
ко А.В., Борисова Н.П. Урожайность и выход
стандартной фракции мини-клубней карто-
феля при внесении хелатных удобрений на
питательном грунте Агробалт N под тоннель-
ными укрытиями. Аграрная наука. 2022; 360
(6): 86–91.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-86-91>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов
интересов.

Aleksey A. Molyavko,
Anna V. Marukhlenko,
Nina P. Borisova

Federal State Potato Research Center named after
A.G. Lorkh, Lorkh st., 23, v. Kraskovo 1, Luberetskiy
district, Moscow region, 140051, Russia
E-mail: brlabor@mail.ru

Key words: original potatoes, chelated
fertilizers, standard mini-tubers, tunnel shelters,
nutrient soil.

For citation: Molyavko A.A., Marukhlenko A.V.,
Borisova N.P. The output and yield of the
standart fraction of potato mini-tubers at the
introduction of chelated fertilizers on the nutrient
soil Agrobalt N under the tunnel cover. Agrarian
Science. 2022; 360 (6): 86–91. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-86-91>

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.

Урожайность и выход стандартной фракции мини- клубней картофеля при внесении хелатных удобрений на питательном грунте Агробалт N под тоннельными укрытиями

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Применение хелатных удобрений при выращивании оздоровлен-
ных растений картофеля на различных питательных субстратах под тоннельными
укрытиями.

Методы. Изучение проводилось методом постановки вегетационных опытов в
закрытом грунте. Вегетационные исследования проводили в Брянском регио-
не с хелатными удобрениями на питательном грунте Агробалт N под защитой от
поражения вирусной инфекцией в 2018–2020 гг. Применяли высококонцентриро-
ванные жидкие хелатные удобрения с микроэлементами, аминокислотами и при-
липателем. Фон минеральных удобрений (нитроаммофоска 1:1:1) $N_{60}P_{60}K_{60}$ (на
сосуд $N_{0,3}P_{0,3}K_{0,3}$), общая площадь делянки под 20 сосудами 1,05 м², повторность
четырёхкратная. Защиту растений от вредителей (колорадский жук, картофельная
коровка) осуществляли Регентом (30 г/га) и Моспиланом (50 г/га), от болезней
(фитофтороз, альтернариоз) — Орданом (2,5 кг/га) и Таносом (0,6 кг/га). Капель-
ный полив проводили по мере необходимости. После приживаемости и во время
бутионизации подсчитывали количество растений на учётных делянках. За 2 неде-
ли до уборки удаляли ботву. Клубневой анализ мини-клубней осуществляли через
месяц после уборки. Общий урожай учитывали поделочно по всем повторени-
ям. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с исполь-
зованием дисперсионного анализа.

Результаты. Установлено, что для увеличения как общего количественного вы-
хода, так и стандартной фракции мини-клубней ранних сортов картофеля Мете-
ор и Брянский деликатес на грунте марки Агробалт N следует использовать для
опрыскивания растений под защитой от переносчиков инфекции высококонцен-
трированные жидкие хелатные удобрения с микроэлементами, аминокислотами
и прилипателем Изagri Фосфор (0,5 мл/м²) в почву до посадки микрорастений,
дополнительно опрыскивать растения Изagri Фосфором (0,3 мл/м²) в фазу бу-
тионизации с дальнейшим внесением Изagri Калия (0,3 мл/м²) при клубнеобра-
зовании.

The output and yield of the standart fraction of potato mini- tubers at the introcuction of chelated fertilizers on the nutrient soil Agrobalt N under the tunnel cover

ABSTRACT

Relevance. The use of chelate fertilizers in the cultivation of a healthy potato plants on
various nutrient substrates under tunnel shelters.

Methods. The study was carried out by the method of setting vegetation experiments in
closed ground. Vegetation studies were carried out in the Bryansk region with chelated
fertilizers on the nutrient soil of Agrobalt N under protection from viral infection in
2018–2020. Highly concentrated liquid chelated fertilizers with trace elements, amino
acids and adhesive were used. Background of mineral fertilizers (nitroammophoska
1:1:1) $N_{60}P_{60}K_{60}$ (per vessel $N_{0,3}P_{0,3}K_{0,3}$), the total area of the plot under 20 vessels
was 1.05 m², the repetition is fourfold. Protection of plants from pests (Colorado potato
beetle, potato cow) was carried out with Regent (30 g/ha) and Mospilan (50 g/ha),
from diseases (late blight, alternariosis) – with Ordan (2.5 kg/ha) and Thanos (0.6 kg/
ha). Drip irrigation was carried out as needed. After establishment and during budding,
the number of plants on the accounting plots was counted. The tops were removed 2
weeks before harvesting. Tuberous analysis of mini-tubers was carried out a month
after harvesting. The total harvest was taken into account separately for all repetitions.
Mathematical processing of experimental data was carried out using variance analysis.

Results. As a result of the research, it was found that in order to increase both the
total quantitative yield and the standart fraction of mini-tubers of early potato varieties
Meteor and Bryanskiy delikates on the soil of the Agrobalt N highly concentrated
liquid chelated fertilizers with trace elements, amino acids and Izagri Fosfor adhesive
(0.5 ml/m²) should be used for spraying plants under protection from infection vectors
into the soil before planting microplants, as well as additional spraying of plants with Izagri
Fosfor (0.3 ml/m²) in the budding phase with further introduction of Izagri Potassium
0.3 ml/m²) with tuber formation.

Поступила в редакцию: 28 февраля 2022

Одобрена после рецензирования: 14 мая 2022

Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 28 february 2022

Accepted in revision from: 14 may 2022

Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Целью воспроизводства исходных сортов картофеля является получение оздоровленного материала, обеспечивающего высокую продуктивность растений. Сертифицированный биоматериал, прошедший комплексную оценку на наличие патогенов различного происхождения, используется для тиражирования и получения необходимых объемов микрорастений для высадки на субстрат и получения мини-клубней [1]. Развитие традиционных технологий выращивания мини-клубней было ориентировано на использование обогреваемых зимних грунтовых теплиц. Но из-за резкого повышения энергозатрат, связанных с отоплением, освещением и заменой грунта, многие производители стали переходить на использование менее затратных технологий выращивания мини-клубней в весенне-летнем обороте в условиях необогреваемых каркасных укрытий тоннельного типа с применением легких синтетических укрывных материалов. В последние годы объем производства мини-клубней на основе тоннельных технологий в весенне-летнем обороте составляет около 80% [2].

Для оптимизации минерального питания растений применяется использование микроудобрений, особенно в закрытом грунте [3, 4]. Использование хелатированных микроудобрений является одним из основных элементов современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяется в мировой практике [5]. В растениях микроэлементы вовлекаются в процесс обмена веществ в ионной форме. Этому требованию отвечают хелаты или комплексоны металлов. При недостаточном поступлении в растения биометаллов из-за их антагонизма с другими ионами картофель отличается низким и неполноценным по качеству урожаем [6]. Пролонгированность целевых свойств хелатных удобрений обеспечивает постепенное потребление оптимальных количеств питательных веществ, что снижает химическую нагрузку и не угнетает растения [7, 8]. Хелатные микроудобрения усиливают рост и развитие растений, делают их устойчивыми к болезням, снижают стресс от применения гербицидов. Аминокислоты, входящие в состав жидких натуральных хелатных удобрений Изагри, значительно повышают коэффициент использования микроэлементов. Дополнительные смачивающие и проникающие компоненты в составе жидких натуральных хелатных удобрений Изагри позволяют удерживать комплекс действующих веществ на поверхности листьев и значительно улучшают проникновение микроэлементов в растение [9]. Поэтому важно провести испытания хелатных удобрений при выращивании оздоровленных растений картофеля на различных питательных субстратах под тоннельными укрытиями.

Методика

Исследования проводились в Брянском регионе на базе нашей

лаборатории в 2018–2020 гг., в сосуды набивали грунт марки Агробалт Н. Регистрант грунта — производитель ООО «ПИНДСТРУП», Псковская область, Плюсский район, д. Заплюсье. ТУ 0391-004-49042197-2004. Степень разложения торфа до 20%, влажность не более 65%, кислотность pH_{H_2O} 5,5–6,6, pH_{KCl} 5,0–6,2, содержание органического вещества не менее 80%. Номер государственной регистрации 0428-06-209-139-0-0-0-1. Дальнейшая методика нами опубликована в журнале «Аграрная наука», № 3 за 2018 г. Исследования в 2015–2017 гг. проводили на питательном грунте из торфа и песка в соотношении 3:1 [10].

Применяли высококонцентрированные жидкие хелатные удобрения с микроэлементами, аминокислотами и прилипателем следующего состава (табл. 1).

Исследования проводили по схеме со следующими дозами и соотношением хелатных удобрений:

1. Фон — $N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль).
 2. Фон + Изагри Вита (0,1 мл/м²) при укоренении микрорастений.
 3. Фон + Изагри Вита (0,1 мл/м²) при укоренении микрорастений + Изагри Азот (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании.
 4. Фон + Изагри Фосфор (0,5 мл/м²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании.
 5. Фон + Изагри Фосфор (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании.
- Фон минеральных удобрений (нитроаммофоска 1:1:1) $N_{60}P_{60}K_{60}$ (на сосуд $N_{0,3}P_{0,3}K_{0,3}$), общая площадь деланки под 20 сосудами 1,05 м², повторность четырех-

Таблица 1. Состав минеральных удобрений в форме суспензии «Изагри Азот», «Изагри Фосфор, Изагри Калий и жидкого удобрения с микроэлементами Изагри Вита (содержание действующих веществ, объемные %, не менее)

Table 1. The composition of mineral fertilizers in the form of a suspension Izagri Azot, Izagri Fosfor, Izagri Kaliy and liquid fertilizer with trace elements Izagri Vita (content of active substances, volume %, not less)

Состав	Изагри Азот	Изагри Фосфор	Изагри Калий	Изагри Вита
N общий	41,1	9,7	6,6	3,2
в т.ч. (N-NO ₃)	10,0	-	2,5	-
P ₂ O ₅ ¹	2,47	27,7	6,6	-
K ₂ O ¹	4,11	6,8	15,2	0,06
SO ₃ ¹	2,33	0,53	4,6	9,34
MgO ¹	0,48	0,27	-	2,28
Zn ^{1,2}	0,27	0,40	0,07	2,51
Cu ^{1,2}	0,14	0,13	0,12	1,92
Fe ^{1,2}	0,04	0,16	0,07	0,40
Mn ^{1,2}	0,02	0,08	0,33	0,37
B ¹	0,03	0,23	0,01	0,16
Mo ¹	0,07	0,08	0,07	0,22
Co ¹	0,01	0,02	0,001	0,11
Ni ¹	-	-	-	0,006
Se ¹	0,03	-	0,003	-
AMK ³	-	2,0	-	15,0
Прилипатель ⁴	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание: 1 — растворимый в воде; 2 — в хелатной форме; 3 — аминокислоты в биоактивной L-форме; 4 — комплекс поверхностно-активных веществ.

кртная. Расход рабочего раствора на каждую делянку по вариантам 4 повторений для каждого сорта следующий:

Вариант 2. Изагри Вита — 30 мл воды + 0,1 мл препарата.

Вариант 3. Изагри Вита — 30 мл воды + 0,1 мл препарата;

+ Изагри Азот — 30 мл воды + 0,3 мл препарата;

+ Изагри Калий — 30 мл воды + 0,3 мл препарата.

Вариант 4. Изагри Фосфор — 30 мл воды + 0,5 мл препарата;

+ Изагри Фосфор — 30 мл воды + 0,3 мл препарата;

+ Изагри Калий — 30 мл воды + 0,3 мл препарата.

Вариант 5. Изагри Фосфор — 30 мл воды + 0,3 мл препарата;

+ Изагри Калий — 30 мл воды + 0,3 мл препарата.

Расход воды определялся из расчета 300 л/га, расход Изагри Вита — 1 л/га, Изагри Азота — 3 л/га, расход Изагри Фосфора — 5 л/га при внесении в почву до посадки растений и 3 л/га по растениям в фазу бутонизации, расход Изагри Калия — 3 л/га [8–9].

Семенной материал — пробирочные микрорастения сортов Метеор и Брянский деликатес, в производственном опыте — Жуковский ранний, Изюминка и Гранд.

Защиту растений от вредителей (колорадский жук, картофельная коровка) осуществляли Регентом (30 г/га) и Моспиланом (50 г/га), от болезней (фитофтороз, аль-

тернариоз) — Орданом (2,5 кг/га) и Таносом (0,6 кг/га). Капельный полив проводили по мере необходимости. После приживаемости и во время бутонизации подсчитывали количество растений на учетных делянках.

За 2 недели до уборки удаляли ботву. Структуру и товарность урожая определяли во время уборки. Клубни при этом разделяли на фракции по размеру: до 9 мм, 9–20 мм, 21–30 мм, 31–60 мм, более 60 мм. Клубневой анализ мини-клубней осуществляли через месяц после уборки.

Общий урожай учитывали поделочно по всем повторениям. Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11].

Результаты

В среднем за 2018–2019 гг. при различном сочетании жидких хелатных удобрений с микроэлементами, аминокислотами и прилипателем дополнительный выход количества мини-клубней по сравнению с контролем увеличился. В зависимости от сортов (Метеор и Брянский деликатес) и вариантов дополнительный выход по сравнению с контролем составил 9,9–7,5–18,5–13,2 и (–1,8)–12,4–38,1–25,8 шт./м² (табл. 2).

Исследования свидетельствуют, что при использовании жидких хелатных удобрений с микроэлементами,

Таблица 2. Влияние жидких хелатных удобрений с аминокислотами и прилипателем на общий выход мини-клубней с 1 м² (среднее за 2018–2019 гг.)

Table 2. The effect of liquid chelated fertilizers with amino acids and adhesive on the total yield of mini-tubers from 1 m² (average for 2018–2019)

Вариант	Всего с 1 м ² , шт.	В т.ч. стандартных с 1 м ² , шт.		Выход стандартной фракции	
		9–20 мм	21–60 мм	с 1 м ² , шт.	%
Сорт Метеор					
1.К онтроль — без обработок	185,2	57,4	113,0	170,4	92,0
2. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений	195,1	73,9	111,5	185,4	95,6
3. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений + Изагри Азот (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	192,7	72,7	106,0	178,7	92,7
4. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микро-растений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутониза-ции + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	203,7	72,2	121,9	194,1	96,2
5. Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Иза-гри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	198,4	70,2	113,0	183,2	92,3
НСР _{0,5} — 6,6 шт./м ² , S _x — 2,1%					
Сорт Брянский деликатес					
1. Контроль — без обработок	159,2	42,7	99,4	142,1	89,3
2. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорасте-ний	157,4	51,6	90,4	142,0	90,2
3. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений + Изагри Азот (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	171,6	60,9	82,8	143,7	84,6
4. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микро-растений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутониза-ции + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	197,3	75,2	102,2	177,4	90,4
5. Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Иза-гри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	185,0	61,6	103,9	165,5	89,5
НСР _{0,5} — 10,6 шт./м ² , S _x — 4,2%					
S _x до 5% считается высоким уровнем достоверности. (Точность опыта по Доспехову Б.А. — S _x ; а точность опыта по Перегудову — P).					

аминокислотами и прилипателем увеличивался и выход стандартных мини-клубней размером 9–60 мм. Так, в зависимости от сортов (Метеор и Брянский деликатес), увеличение выхода стандартных мини-клубней по сравнению с контролем в зависимости от вариантов составило 15,0–8,3–23,7–12,8 и (–0,1)–1,6–35,3–23,4 шт./м² соответственно.

Таким образом, применение Изагри Фосфора (0,5 мл/м²) в почву до посадки микрорастений, опрыскивание растений Изагри Фосфором (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации и дополнительное опрыскивание растений Изагри Калием (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании наиболее эффективно.

Аналогичная закономерность наблюдается и при выходе стандартных мини-клубней размером 9–60 мм на 1 куст. Так, в зависимости от сортов (Метеор и Брянский деликатес), увеличение или уменьшение количества стандартных мини-клубней от применения хелатных удобрений по сравнению с контролем в зависимости от вариантов составило 0,8–0,4–1,2–0,7 и (–0,1)–0–1,7–1,1 шт./куст (табл. 3).

Установлено, что на новом питательном субстрате Агробалт Н применение Изагри Фосфора (0,5 мл/м²) в почву до посадки микрорастений, дополнительное опрыскивание растений Изагри Фосфором (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации и внесение Изагри Калия (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании наиболее эффективно для получения оздоровленных мини-клубней в защищенном грунте. Поэтому производственные ис-

следования проводили на вышеупомянутом варианте в сравнении с контролем.

Производственные исследования свидетельствуют, что преимущество изучаемого варианта по сорту Жуковский ранний составило 94 шт./м², по сорту Изюминка — 42 шт./м² общего количества мини-клубней. По сорту Гранд общее количество мини-клубней на обоих вариантах было практически одинаковое — 218 и 213 шт./м². Однако при этом на контрольном варианте выход мини-клубней размером менее 9 мм (нестандартных) оказался больше на 20 шт./м², чем при внесении Изагри Фосфора в почву до посадки растений, и опрыскивании им в фазу бутонизации с дополнительным опрыскиванием Изагри Калием в период клубнеобразования. В то же время выход стандартных мини-клубней сорта Гранд на обоих вариантах был примерно одинаковый — 170,0 и 173,0 шт./м². По сорту Жуковский ранний такое соотношение соответственно составило 96,5 и 155,0 шт./м², по сорту Изюминка — 93,5 и 138,0 шт./м² (табл. 4).

Аналогичную закономерность в производственном опыте отметили и при выходе стандартных мини-клубней размером 9–60 мм на 1 куст (табл. 5).

Применение Изагри Фосфора (0,5 мл/м²) в почву до посадки микрорастений, опрыскивание растений Изагри Фосфором (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации и дополнительное опрыскивание растений Изагри Калием (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании наиболее эффективно и обеспечивает наибольший выход стандартных мини-клубней.

Таблица 3. Влияние жидких хелатных удобрений с аминокислотами и прилипателем на выход мини-клубней с 1 куста (среднее за 2018–2019 гг.)

Table 3. Effect of liquid chelated fertilizers with amino acids and adhesive on the yield of mini-tubers from 1 bush (average for 2018–2019)

Вариант	Всего с куста, шт.	В т.ч. стандартных с куста, шт.		Выход стандартной фракции	
		9–20 мм	21–60 мм	с 1 куста, шт.	%
Сорт Метеор					
1. Контроль — без обработок	9,2	2,9	5,6	8,5	92,4
2. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений	9,8	3,7	5,6	9,3	94,9
3. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений + Изагри Азот (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	9,6	3,6	5,3	8,9	92,7
4. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	10,2	3,6	6,1	9,7	94,2
5. Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	10,4	3,5	5,7	9,2	88,5
Брянский деликатес					
1. Контроль — без обработок	8,0	2,1	5,1	7,2	90,0
2. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений	7,9	2,5	4,6	7,1	89,9
3. Изагри Вита (0,1 мл/м ²) при укоренении микрорастений + Изагри Азот (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	8,6	3,0	4,2	7,2	83,7
4. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	9,9	3,8	5,1	8,9	89,9
5. Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	9,3	3,1	5,2	8,3	89,2

Таблица 4. Влияние жидких хелатных удобрений с аминокислотами и прилипателем на общий выход мини-клубней с 1 м² (2020 г.)

Table 4. Effect of liquid chelated fertilizers with amino acids and adhesive on the total yield of mini-tubers from 1 m² (2020)

Вариант	Всего с 1 м ² , шт.	В т.ч. стандартных с 1 м ² , шт.		Выход стандартной фракции	
		9–20 мм	21–60 мм	с 1 м ² , шт.	%
Сорт Жуковский ранний					
1. Контроль — без обработок	132	45,5	51,0	96,5	73,1
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	226	77,5	77,5	155,0	68,6
НСР ₀₅ — 10,2 шт./м ² , S _x — 5,7%					
Сорт Изюминка					
1. Контроль — без обработок	149	56,5	37,0	93,5	62,8
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	191	83,5	54,5	138,0	72,3
НСР ₀₅ — 11,8 шт./м ² , S _x — 6,9%					
Сорт Гранд					
1. Контроль — без обработок	218	97,5	72,5	170,0	78,6
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	213	80,5	92,5	173,0	81,2
НСР ₀₅ — 4,5 шт./м ² , S _x — 2,1%					

Таблица 5. Влияние жидких хелатных удобрений на выход мини-клубней с 1 куста (2020 г.)

Table 5. The effect of liquid chelated fertilizers on the yield of mini-tubers from 1 bush (2020)

Вариант	Всего с куста, шт.	В т.ч. стандартных с куста, шт.		Выход стандартной фракции	
		9–20 мм	21–60 мм	с 1 куста, шт.	%
Сорт Жуковский ранний					
1.Контроль — без обработок	6,6	2,3	2,6	4,9	74,2
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	11,3	3,9	3,9	7,8	69,0
Сорт Изюминка					
1. Контроль — без обработок	7,5	2,8	1,9	4,7	62,7
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	9,6	4,2	2,7	6,9	71,9
Сорт Гранд					
1. Контроль — без обработок	10,9	4,9	3,6	8,5	78,0
2. Изагри Фосфор (0,5 мл/м ²) в почву до посадки микрорастений + Изагри Фосфор (0,3 мл/м ²) в фазу бутонизации + Изагри Калий (0,3 мл/м ²) в фазу клубнеобразования	10,7	4,0	4,6	8,6	80,4

Выводы

Результаты исследований свидетельствуют, что на питательном субстрате Агробалт Н наибольшее увеличение как общего количественного выхода, так и стандартной фракции мини-клубней ранних сортов карто-

феля обеспечивает использование Изагри Фосфора (0,5 мл/м²) в почву до посадки растений и по растениям (0,3 мл/м²) в фазу бутонизации с дополнительным внесением Изагри Калия (0,3 мл/м²) по растениям во время клубненакопления под тоннельными укрытиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овес Е.В., Жевора С.В., Анисимов Б.В., Бойко В.В., Гаитова Н.А., Фенина Н.А. Использование in vitro материала в оригинальном семеноводстве картофеля // Сб. Картофелеводство: Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля», 9-10 июля 2018 г. / ФГБНУ ВНИИХХ; под ред. С.В. Жеворы. – М., 2018. С. 178 – 183.
2. Анисимов Б.В., Зебрин С.Н., Карданова И.С., Логинов С.И., Кузьмичев А.А. Особенности выращивания мини-клубней в тоннельных укрытиях и проверка их качества методом грунтоконтроля // Сб. Картофелеводство: Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии селекции и семеноводства картофеля», 29-30 июня 2017 г. / ФГБНУ ВНИИХХ; под ред. С.В. Жеворы. – М., 2017. С. 230 – 240.
3. Гаитов М.Ю. Рост и развитие, урожай и качество картофеля в зависимости от применения новых форм минеральных удобрений, модифицированных микроэлементами // Сб. Картофелеводство: Материалы научной конференции молодых ученых стран СНГ, посвященных 120 – летию со дня рождения А.Г. Лорха. М. 1999. С. 34 – 37.
4. Дятлова Н.М., Теличкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексоны металлов. М. 1988. 58 с.
5. Тучин С.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Федотова Л.С. Эффективность некорневых подкормок картофеля хелатами микроэлементов / Сб. Картофелеводство. Матер. науч. - практ. конф. и коорд. совещ. Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля (к 80 -летию ВНИИХХ). М. 2011. С. 323 – 330.
6. Андрианов А.Д., Андрианов Д.А., Егоров Д.Н., Кузнецов Н.В. Инновационное нанотехнологичное комплексное микроудобрение на раннем картофеле / Сб. Картофелеводство. Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля. М. 2014. С. 253 – 265.
7. Егоров Н.П., Шафронов О.Д., Егоров Д.Н., Сулейманов Е.В. Разработка и проведение экспериментальной оценки эффективности применения в растениеводстве новых видов удобрений, полученных с использованием нанотехнологий // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород. 2008. № 6. С. 94 – 99.
8. Егоров Д., Егоров Н., Цой С., Шафронов О. Высокоэффективное комплексное удобрение // Наноиндустрия. М. 2011. № 1. С. 28 – 30.
9. Жидкие удобрения для сбалансированного питания растений / Рекомендации ЗАО «Изагри». 2015. 36 с.
10. Молявко А.А., Марухленко А.В., Еренкова Л.А., Борисова П.П., Абросимов Д.В. Влияние хелатных удобрений на урожайность мини-клубней картофеля в закрытом грунте // Аграрная наука. 2018. № 3. С. 64 – 67.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 351.

ОБ АВТОРАХ:

Молявко Алексей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Марухленко Анна Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией
Борисова Нина Петровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

REFERENCES

1. Oves E.V., Zhevora S.V., Anisimov B.V., Boiuko V.V., Haitova N.A., Fenina N.A. Ispolovanie in vitro materiala v orihinalnom semenovodstve kartofelya // Sb. Kartofelevodstvo. Materiali nauchno-prakticheskoy konferentsii. «Sovremennoe sostoyanie i perspektivi razvitiya seleksii i semenovolstva kartofelya», 9-10 iyulya 2018 h. / FHBNU VNIKH, pod. Red. S.V. ., Zhevori. M., 2018. S.178-183. (in Russ)
2. Anisimov B.V., Zebrin S.N., Kardanov I.S., Lohinov S.I., Kuzmichev A.A. Osobennosti viraschivaniya vini-klubney v tonnelnykh ukritiyakh i proverka ikh kachestva metodom hruntkontrolya // Sb. Katofelevodstvo. Materiali mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovacionnie tekhnologii seleksii i semenovolstva kartofelya», 29-30 iyunya 2017 h. / FHBNU VNIKH, pod. Red. S.V. ., Zhevori. – M., 2017. S. 230-240. (in Russ)
3. Haitov M.Yu. Rost i razvitie, urozhai i kachestvo kartofelya v zavisimosti ot primeneniya novich form mineralnich udobreniy, modifitsirovannikh mikroelementavi // Sb. Katofelevodstvo. Materiali nauchnoy konferentsii molodikh uchenikh SNG, posvyaschennikh 120-letiyu so dnya rozhdeniya A.H. Lorkha. – M., 1999. S. 34-37. (in Russ)
4. Dyatlova N.M., Telichkina V.Ya., Popov K.I. Kompleksonati i kompleksonati metalov. – M., 1988. 58 s. (in Russ)
5. Tucin S.S., Kravchenko A.V., Timoshina N.A., Fedorova L.S. Effektivnost nekornevykh podkormok kartofelya khelatami mikroelementov / Sb. Kartofelevodstvo. Mater. Nauch.-prakt. konf. i koord. sovesch. Sovremennye tendencii i perspektivi razvitiya seleksii i semenovolstva kartofelya (k 80 – letiyu VNIKH). – M., 2011. S. 323-330. (in Russ)
6. Andrianov A.D., Andrianov D.A., Egorov D.N., Kuznetsov N.V. Innovacionnoe novotekhnologichoe kompleksnoe mikroudobrenie na rannem kartofele / Sb. Kartofelevodstvo. Metodi biotekhnologii v seleksii i semenovolstve kartofelya. – M., 2014. S. 253-265. (in Russ)
7. Egorov N.P., Shafronov O.D., Egorov D.N., Suleymanov E.V. Razrabotka i provedenie eksperimentalnoy ocenki effektivnosti primeneniya v rastenievodstve novikh vidov udobreniy s ispolzovaniem nanotekhnologiy / Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskoho. – Nizhniy Novgorod., 2008. N 6. S. 94-99. (in Russ)
8. Egorov D., Egorov N., Tsoy S., Shafronov O. Visokoeffektivnoe kompleksnoe udobrenie // Nanoindustrial. – M. 2011. N 1. S. 28-30.
9. Zhidkie udobreniya dlya sbalansirovannogo pitaniya rasteniy / Rekomendacii ZAO «Izagri». 2005. 38 s. (in Russ)
10. Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Erenkova L.A., Borisova N.P., Abrosimov D.V. Vliyanie khelatnykh udobreniy na urozhainost myni-klubney kartofelya v zakritom grunte // Agrarnaya nauka. 2018. № 3. С. 64 – 67. (in Russ)
11. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – M. Agropromizdat. 1985. 351 s. (in Russ)

ABOUT THE AUTHORS:

Molyavko Aleksey Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, senior researcher, e-mail: brlabor@mail.ru
Marukhlenko Anna Vasilevna, candidate of agricultural sciences, head of laboratory, e-mail: brlabor@mail.ru
Borisova Nina Petrovna, candidate of agricultural sciences, senior researcher, e-mail: brlabor@mail.ru

УДК 631.4:632.125

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

исследования / research

Чебоचाков Е.Я.,
Муртаев В.Н.,
Чебоचाков С.Е.

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии, ул. Садовая, 5, с. Зелёное, Усть-Абаканский район, Республика Хакасия, 655132, Россия
E-mail: echebochakov@mail.ru

Ключевые слова: технология, обработка, залежь, продуктивность, себестоимость, энергетическая оценка

Для цитирования: Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н., Чебоचाков С.Е. Эколого-энергетическая оценка технологии обработки каштановых почв залежи в Средней Сибири. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 92–94.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Egor Ya. Chebochakov,
Valery N. Murtaev,
Sergei E. Chebochakov

Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Sadovaya st., 5, Zelenoe village, Ust-Abakansky district, Republic of Khakassia, 655132, Russia
E-mail: echebochakov@mail.ru

Key words: technology, processing, deposit, productivity, cost, energy assessment

For citation: Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N., Chebochakov S.E. Ecological and energy assessment of the technology of processing chestnut soils of fallow lands in Central Siberia. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 92–94. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-92-94>

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.

Эколого-энергетическая оценка технологии обработки каштановых почв залежи в Средней Сибири

РЕЗЮМЕ

Актуальность. К недостаткам степного природопользования относится деградация почв, высокая себестоимость зерна, кормов и другие неблагоприятные явления. Аналогичные процессы отмечаются в Сибири. В настоящее время начинается повторное освоение залежей и вновь проявляется деградация почв в степных районах Хакасии. Для эффективного использования земельных ресурсов необходимо разработать ресурсосберегающую технологию обработки почв залежи в засушливой степной зоне юга Средней Сибири.

Методы. Изучение эффективности технологий обработки почв эрозийной агро-экологической группы залежных земель осуществлялось в засушливом степном агроландшафтном районе Республики Хакасия, расположенной на юге Средней Сибири. Исследования в течение четырёх лет проводились в звене кормового севооборота: долголетняя (20–25 лет) злаково-разнотравная залежь — овёс (кукуруза) на зелёную массу, методом полевого опыта Б.А. Доспехова. При выполнении работы использовались методы водно-физических, агрохимических, экономических и энергетических исследований.

Результаты. Установлено, что на долголетних залежных землях (20–25 лет) отмечается уплотнение почвы, низкое содержание влаги и элементов минерального питания. Выявлено влияние комплексного применения гербицидов сплошного действия (Торнадо 500, Спрут Экстра) и технологии обработки почвы на эколого-энергетические показатели. При летней обработке почвы долголетней залежи, внесении гербицида отмечается повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В засушливой степной зоне при технологии с обработкой каштановой почвы долголетней залежи энергетический коэффициент составил 2,10–2,84.

Ecological and energy assessment of the technology of processing chestnut soils of fallow lands in Central Siberia

ABSTRACT

Relevance. The disadvantages of steppe environmental management include soil degradation, high cost of grain, feed and other adverse phenomena. Similar processes are observed in Siberia. Currently, the re-development of fallow lands is starting and soil degradation is again manifesting itself in the steppe regions of Khakassia. For the efficient use of land resources, it is necessary to develop a resource-saving technology for tillage of fallow lands in the arid steppe zone of the south of Central Siberia.

Methods. The study of the effectiveness of soil tillage technologies of the erosive agroecological group of fallow lands was carried out in the arid steppe agro-landscape region of the Republic of Khakassia, located in the south of Central Siberia. Research for four years was carried out in the feed crop rotation link: a long-term (20–25 years) grain-grass fallow land — oats (corn) for green mass, by the method of field experiment of B.A. Dospikhov. Methods of water-physical, agrochemical, economic and energy research were used in the performance of the work.

Results. It has been established that on long-term fallow lands (20–25 years) soil compaction, low moisture content and mineral nutrition elements are noted. The influence of the complex application of continuous herbicides (Tornado 500, Sprut Extra) and tillage technology on environmental and energy indicators was revealed. During the summer tillage of the soil of a long-term fallowland, the introduction of a herbicide, an increase in the yield of agricultural crops is noted. In the arid steppe zone, with the technology with the processing of chestnut soil of the long-term fallow land net conversion efficiency was 2.10–2.84.

Поступила в редакцию: 17 февраля 2022
Одобрена после рецензирования: 11 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 17 february 2022
Accepted in revised form: 11 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Важной задачей технологий обработки почвы при освоении залежных земель является повышение продуктивности полевых культур и улучшение эколого-энергетических показателей.

К недостаткам степного природопользования относятся деградация почв и высокая себестоимость, низкий энергетический коэффициент производства зерна и кормов. Аналогичные процессы происходят в Сибири [1–5].

Для рационального эффективного использования земельных ресурсов, для предотвращения деградации и опустынивания эрозионноопасных агроландшафтов необходимо разработать эффективные почвозащитные комплексы с агротехническими и лесомелиоративными приёмами, включая технологию обработки почв в засушливой степной зоне юга Средней Сибири [6–9].

Площадь земельного фонда Республики Хакасия на 1 января 2015 г. составляла 6156,9 тыс. га. Наибольшую площадь в земельном фонде республики занимают земли категории лесного фонда и земли сельскохозяйственного назначения (1886,3 тыс. га) [8], залежи в 2006 г. занимали 373,4 тыс. га. В Республике Хакасия площадь эродированных и эрозионно опасных земель составляет 962,0 тыс. га, из них пашни — 548,2 тыс. га.

Цель исследований — определить влияние почвозащитной технологии освоения залежных земель на экологическую и энергетическую эффективность в Средней Сибири. В задачи исследований входило выявление эродированности, затрат энергии и энергетического коэффициента при разных технологиях обработки каштановой почвы залежи.

Методика

Полевые опыты проводили на каштановой почве и чернозёме южном в 2012–2015 гг.

Содержание гумуса в слое 0–20 см каштановой почвы — 2,67%, N-NO₃ — 20,1–22,4 мг/кг, P₂O₅ и K₂O (по Мачигину) — соответственно 23,5 и 328 мг/кг; в чернозёме южном — соответственно 4,5%, 16,6–19,2, 19,3 и 720 мг/кг.

Исследования осуществлялись в звене кормового севооборота: долголетняя (20–25 лет) злаково-разнотравная залежь — овёс (кукуруза) на зелёную массу по схеме:

1. ГДП₁₆ВК.
2. ГДП₁₆О.
3. ГДП₁₆Г.

4. ГДП₁₆К.

5. ГДП₁₂О.

Расшифровка: Г — гербицид (Торнадо 500, Спрут Экстра); Д — дискование; П — плоскорезная обработка на 10–12 см; О — без обработки; В — вспашка на 18–20 см.

Для уничтожения злостных многолетних (пырей ползучий, выюнок полевой) и однолетних (щетинники, просо сорнополевое) сорняков на залежи вносили гербициды сплошного действия при первой закладке опыта в 2012 г. — Спрут Экстра нормой расхода 2 л/га, второй (2013 г.) и третьей (2014 г.) закладках — Торнадо 500 (3,6 л/га).

После обработки почвы залежи по типу чистого пара в следующем году высевались овёс (сорта Сельма в 2013 г., 2015 г.), кукуруза (РОС 197 АМВ в 2014 г.) на зелёную массу. Расположение вариантов последовательное. Повторность трёхкратная. Общая площадь делянок 140–360 м².

Погодные условия в годы проведения опытов были типичными для зоны. Атмосферных осадков за май — август выпало в 2013 г. — 213,6 мм, в 2014 г. — на 34 мм, в 2015 г. — на 9,3 мм меньше нормы.

При выполнении работы в остальном применялась зональная агротехника, использовались методы полевого опыта Б.А. Доспехова, водно-физических, агрохимических, экономических и энергетических исследований [9–10].

Результаты

Почвозащитная технология обработки почвы с использованием гербицидов необходима при освоении залежных земель.

Актуальность проблемы защиты почв от эрозии остро стоит в таких регионах Сибири, как Республика Хакасия, Тыва, Бурятия, Читинская область, южные районы Красноярского края, где 80% пашни подвержено сильной ветровой и умеренной водной эрозии (рис. 1, 2).

Культивация приводит к увеличению эродированности в 4–5 раз. К весне комковатость почвы, количество растительных остатков уменьшаются, соответственно, эродированность повышается.

По нашим данным, эродированность почвы при обработке залежи с внесением гербицида в августе составила 32,4 г/мин, в июне — 81,4 г/мин (допустимый предел — 34 г). Это объясняется большим сохранением растительных остатков на поверхности.

Энергетические показатели звена кормового севооборота с разными технологиями обработки почвы дол-

Рис. 1. Дефляция почв в степной зоне Республики Хакасия, 2018 г.
Fig. 1. Soil deflation in the steppe zone of the Republic of Khakassia, 2018



Рис. 2. Совместная эрозия в предгорной степи Республики Хакасия, 2018 г.

Fig. 2. Joint erosion in the foothill steppe of the Republic of Khakassia, 2018



Таблица 1. Энергетическая эффективность технологий обработки почвы залежи в засушливой степной зоне

Table 1. Energy efficiency of technologies for tillage of fallow soil in the arid steppe zone

Обработка почвы*	Затраты энергии на 1 т продукции, МДж	Затраты энергии на 1 га, МДж	Энергия продукции, МДж/га	Энергетический коэффициент
ГДП ₁₆ ВК	1062,90	108 52,23	308 07,2	2,84
ГДП ₁₆ О	1292,02	9393,74	219 14,4	2,33
ГДП ₁₆ Г	1366,89	9527,23	209 61,6	2,20
ГДП ₁₆ К	1263,38	9728,00	231 84,8	2,38
ГДП ₁₂ О	1431,60	9205,21	193 73,6	2,10

Примечание: * — Г — гербициды, Д — дискование, П — плоскорезная обработка (культивация) на глубину 10–12 и 1–16 см, В — вспашка на 18–20 см

голетней залежи в засушливой степной зоне представлены в таблице 1.

В современных условиях более правильной считается биоэнергетическая оценка.

Энергия продукции при технологии с обработкой почвы долголетней залежи на глубину 18–20 см в звене кормового севооборота составила 308 07,20 МДж/га, затраты — 108 52,23 МДж/га, технологии с мелкими обработками (10–12 см и 14–16 см) обеспечили энергию продукции на 7622,4–114 33,6 МДж/га меньше, энергию затрат на 124,23–1647,02 МДж/га меньше.

Энергетический коэффициент при освоении залежи составляет на каштановой почве 2,10–2,84.

Технология освоения долголетней залежи с основной обработкой на глубину 18–20 см в конце мая — начале июня и внесением гербицида в августе более перспективная. В засушливом степном агроландшафтном районе юга Средней Сибири она способствует защите почв

от дефляции, позволяет получить наибольший энергетический коэффициент (2,84).

Выводы

Эродированность почвы при обработке залежи гербицидом в августе составила 32,4 г/5 мин, в июне — 81,4 г/5 мин (допустимый предел — 34 г).

Затраты энергии при технологии с включением обработки почвы на глубину 18–20 см на 1124,23–1647,02 МДж/га больше по сравнению с технологиями с мелкими обработками 10–12 см и 14–16 см.

Энергия продукции звена кормового севооборота при технологии освоения долголетней залежи с включением обработки на глубину 18–20 см составляет 308 07,07 МДж/га, при технологиях с минимальными обработками почвы она на 7622,4–114 33,0 МДж/га меньше.

Энергетический коэффициент при освоении залежи на каштановой почве составляет 2,10–2,84.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яколева Е. П. Плодородие и оценка продуктивности земледелия. В кн. Проблемы и перспективы земледелия России. Тюмень: АО «Тюменский издательский дом». 2018. С. 294 — 302.
2. Чебоचाков Е.Я. Совершенствование почвозащитного степного земледелия Хакасии. Абакан. ООО «Издательско — полиграфическое предприятие «Журналист». 2019. 278 с.
3. Гамзиков Г.П. Условия и факторы сохранения плодородия почв и получения стабильных урожаев полевых культур в Сибирском земледелии. В кн. Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. Тюмень. 2018. С. 47–57.
4. Общее земледелие. В кн. Системы ведения производства в сельскохозяйственных организациях Сибири. Новосибирск. ООО «ИПФ Агрос». 2007. С. 114.
5. Кашеваров Н. И., Резников В. Ф. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири. Новосибирск: ГНУ СибНХСБ Россельхозакадемии. 2015. 87 с.
6. Lessiter Frank. 29 reasons why many growers are harvesting higher no-till yields in their fields than some university scientists find in research plots. No-till Farmer. 2015 Vol. 44, num. 2. P. 8. (In En)
7. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России. Земледелие. 2018. № 3. С. 3–9.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2014 году» / Министерство промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. — Абакан, 2015. 160 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985. 351 с.
10. Неклюдов А.Ф. и др. Биоэнергетическая оценка севооборотов. Методические рекомендации. — Новосибирск, 1993. — 36 с.

ОБ АВТОРАХ:

Чебоचाков Егор Яковлевич, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-9398-4197, e-mail: echebochakov@mail.ru, т. 8-983-197-80-75
Муртаев Валерий Николаевич, младший научный сотрудник, ORCID: 0000-0002-9474-3424, e-mail: valera.murtaev@mail.ru, т. 8-923-399-91-48
Чебоचाков Сергей Егорович, младший научный сотрудник, e-mail: ser.theb.67@mail.ru, т. 8-923-394-42-77

REFERENCES

1. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakoleva E. P. Fertility and assessment of agricultural productivity. In the book. Problems and prospects of agriculture in Russia. Tyumen Publishing House. 2018. pp. 294–302. (In Russ.).
2. Chebochakov E. Ya. Improvement of soil-protective steppe agriculture in Khakassia. "Publishing and printing enterprise "Journalist". 2019. 278 p. (In Russ.).
3. Gamzikov G. P. Conditions and factors for preserving soil fertility and obtaining stable yields of field crops in Siberian agriculture. In the book. Soil fertility and assessment of agricultural productivity. Tyumen. 2018. pp. 47–57 (In Russ.).
4. General agriculture. In the book. Production management systems in agricultural organizations in Siberia. Publishing and printing company "Agros". 2007. p. 114. (In Russ.).
5. Kashevarov N. I., Reznikov V. F. Problems of optimization of feed production in Siberia. Siberian Scientific Agricultural Library of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2015. 87 p. (In Russ.).
6. Lessiter Frank. 29 reasons why many growers are harvesting higher no-till yields in their fields than some university scientists find in research plots. No-till Farmer. 2015 Vol. 44, num. 2. P. 8. (In En)
7. Kiryushin V. I. Tasks of scientific and innovative support of agriculture in Russia. Agriculture. 2018. No. 3. pp. 3–9. (In Russ.).
8. State report "On the state of the environment of the Republic of Khakassia in 2014". Ministry of Industry and Natural Resources of the Republic of Khakassia. — Abakan, 2015. 160 p. (In Russ.).
9. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.).
10. Neklyudov A.F. et al. Bioenergetic assessment of crop rotations. Methodological recommendations. — Novosibirsk, 1993. — 36 p.

ABOUT THE AUTHORS:

Chebochakov Egor Yakovlevich, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID: 0000-0002-9398-4197, e-mail: echebochakov@mail.ru, phone 8-983-197-80-75
Murtaev Valery Nikolaevich, Junior Researcher, ORCID: 0000-0002-9474-3424, e-mail: valera.murtaev@mail.ru, phone 8-923-399-91-48
Chebochakov Sergey Egorovich, Junior Researcher, e-mail: ser.theb.67@mail.ru, phone 8-923-394-42-77

УДК 634.631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-95-99>

исследования/ research

**Шахмирзоев Р.А.,
Казиев М.-Р.А.**

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, г. Махачкала, Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова, 30, 367014, Россия
E-mail: russad66@mail.ru

Ключевые слова: яблоня, сорт, товарность, лежкость, сахара, сухие растворимые вещества, адаптация, урожайность

Для цитирования: Шахмирзоев Р.А., Казиев М.-Р.А. Хозяйственно-биохимическая оценка интродуцированных сортов яблони в предгорной провинции Дагестана. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 95–99.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-95-99>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Ruslan Ab. Shakhmirzoev,
Magomed-Rasul Ab. Kaziev**

Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Nauchnij gorodok, Abdurazak Shakhbanovast., 30, 367014, Russia

Key words: apple tree, variety, marketability, keeping quality, sugars, soluble dry substances, adaptation, stability

For citation: Shakhmirzoev R.Ab, Kaziev M.-R.Ab. Economic and biochemical assessment of introduced varieties of apple trees in the foothill province of Dagestan. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 95–99. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-95-99>

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.

Хозяйственно-биохимическая оценка интродуцированных сортов яблони в предгорной провинции Дагестана

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возрастание влияния экологических факторов ставит перед наукой задачу введения в культуру высокотоварных и лежких сортов яблони товарно-потребительского спроса, отвечающих требованиям интенсивного садоводства.

Методика. В настоящей статье представлены сравнительные аспекты интродуцированных сортов яблони осеннего и зимнего сроков созревания (Айдаред, Чемпион Рено, Ренет Симиренко, Цивт1 5, Фуджи Кику) отечественной и зарубежной селекции, культивируемых в условиях юго-восточной предгорной провинции Республики Дагестан.

Результаты. В результате изучения дана сравнительная характеристика сортам по товарно-потребительским качествам и по биохимическому составу плодов. Привлекательный внешний вид имели сорта яблони Цивт1 5 — 4,9; Фуджи Кику — 4,8 баллов. Особую значимость имеет лежкоспособность плодов как один из факторов, отражающих возможность хранения. Самый длительный период хранения (220 дней) отмечен у сорта Цивт1 5. Разнообразие выращиваемых сортов яблони в регионе позволяет выбрать наиболее ценные сорта по биохимическому составу и другим показателям для их дальнейшего использования как в свежем виде, так и в консервировании. Выделены сорта с повышенным содержанием биологически активных веществ, витамина С — Айдаред (13,2 мг/100 г), Цивт 15(10,9), Ренет Симиренко (7 мг/100г). Уровень сахаров колебался от 8,3% у (Ренет Симиренко) до 12,5% (Цивт1 5). Рекомендована группа сортов, обладающих комплексом качественных показателей для внедрения в производство.

Economic and biochemical assessment of introduced varieties of apple trees in the foothill province of Dagestan

ABSTRACT

Relevance. The increase of the influence of environmental factors sets the task for science to introduce into the culture high-quality and good-keeping apple varieties of commodity-consumer demand that meet the requirements of intensive gardening.

Methods. This article presents the results of the study and evaluation of introduced apple varieties of autumn and winter ripening (Aidared, Champion Reno, Renet Simirenko, Civt1 5, Fuji Kiku) of domestic and foreign selection, cultivated in the southeastern foothill province of the Republic Dagestan.

Results. As a result of the study, a comparative characteristic of varieties was given in terms of commodity-consumer qualities and the biochemical composition of fruits. Apple varieties had an attractive appearance: Civt 15 — 4.9 Fuji Kiku — 4.8 points. Of particular importance is the keeping quality of fruits, as one of the factors reflecting the possibility of storage. The longest storage period (220 days) was noted for the Civt1 5 variety. The variety of introduced apple varieties in the region makes it possible to choose the most valuable varieties in terms of biochemical composition and other indicators for their further use, both fresh and canned. Varieties with a high content of biologically active substances, vitamin C have been identified — Aidared (13.2mg/100 g), Civt1 5 (10.9), Renet Simirenko (7.8 mg/100g). The level of sugar content ranged from 8.3% (Renet Simirenko) to 12.5% (Civt 15). A group of varieties with a set of quality indicators for introduction into production is recommended.

Поступила в редакцию: 3 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 20 мая 2022
Принята к публикации: 17 июня 2022

Received: 3 march 2022
Accepted in revised form: 20 may 2022
Accepted for publication: 17 june 2022

Введение

Республика Дагестан, ввиду различия природно-климатических и почвенных условий, разделена на 3 три плодовые зоны и 7 подзон. В каждой из них районированы свои специфические плодовые культуры и устойчивые сорта [1]. Поэтому сорт приобретает большое значение в связи с основными элементами технологии его возделывания.

Для превышения экономической эффективности производства плодов и усиления конкурентоспособности садоводства в рыночных условиях необходим перевод отрасли на инновационный путь развития [2].

В решении этой задачи большую роль играет внедрение в производство сортов яблони на клоновых подвоях.

Сегодня в республике имеется около 28,7 тыс. га садов, в т.ч. плодоносящих — 24,8 тыс. га, а из них заложённых по интенсивным технологиям — 3,7 тыс. га; валовой сбор плодов составляет 189,3 тыс. тонн. Интродуцированы более 18 новых сортов яблони, которые требуют изучения и научного обоснования в конкретных условиях возделывания с учетом вертикальной зональности территории Дагестана [3]. Сложившийся сортимент яблони отличается большим разнообразием, но не все сорта отвечают в полной мере возрастающим требованиям современного садоводства [4–6]. Особую актуальность в развитии отрасли приобретают вопросы подбора наиболее адаптированных к зональным условиям предгорной провинции Дагестана сортов, обладающие важнейшими хозяйственно-биологическими показателями. От научно-обоснованного решения данной проблемы во многом зависят экономические показатели отрасли.

Седов Б.Н., Семакин В.П. дифференцируют сорта яблони группы, предназначенные для различных регионов с учетом почвенно-климатических условий зон [7]. Сорта яблок южных регионов страны отличаются от сортов средней и северной полосы по своим вкусовым качествам и по биохимическому составу. Имеются отличия и в требовании сорта к экологическим факторам среды: длительности вегетационного периода, потреб-

ности в сумме эффективных температур, устойчивости к стрессовым факторам и т.д.

В современных условиях в Дагестане эффективное садоводство немыслимо без применения интенсивных ресурсосберегающих сортов и технологий, прежде всего внедрения в производство новых скороплодных, высокоурожайных сортов яблони [8].

Однако зарубежные сорта, не прошедшие экспертизы, рекомендованные к внедрению без учета их адаптированности к конкретной агроклиматической зоне, зачастую размножались без углубленного изучения. Увеличение площадей под такими сортами впоследствии может привести к снижению продуктивности яблони и это обстоятельство указывает на необходимость по-новому, с повышенными требованиями относиться к формированию сортимента яблони как основной семечковой культуры [9].

Яблоки являются ценным пищевым продуктом и широко используются в течение круглого года в свежем и переработанном виде. Значение яблок в питании человека велико, они содержат около 10 различных витаминов и служат источником сахаров, витамина провитамина А вместо дефицита С, Р-активных веществ, органических кислот и др. Химический состав плодов определяет их вкус и питательную ценность. В зависимости от погодных условий вегетационного периода, температуры, влажности воздуха и других факторов содержания биохимических веществ в плодах значительно изменяются [10]. Поэтому оценку перспективности интродукции новых сортов необходимо проводить с учетом в том числе и биохимических характеристик плодов яблони сортов. Юг Дагестана становится все более привлекательным для производства органической продукции, поскольку здесь возможно закладка интенсивных садов, свободных от вредоносных вирусов и патогенов.

Цель исследования — сравнительное изучение потребительских качеств и биохимического состава плодов интродуцированных сортов яблони в условиях юго-восточной предгорной провинции Дагестана.

Таблица 1. Характеристика сортов

Table 1. Characteristics of varieties

Сорт/характеристика	Сила роста дерева	Опыляемость	Побеги, прирост	Форма и размер плода	Особенности сорта
Ренет Симиренко — сорт селекции Института помологии им. Л.П. Симиренко Украинской академии аграрных наук (с. Млиев)	200, среднерослые	зависимость от др. опылителей	активное побегообразование средней толщины	плоско-округлые, скошенные	низкая зимостойкость, периодичность, неоднородность плодов
Фуджи Кику — сорт зимний, японской селекции	265, сдержанного роста	самообесплодный	средней толщины, 45 см	крупные, округло-продолговатые	лежкость, засухоустойчивость
Цивт 15 — позднеосенний сорт итальянского происхождения, клон сорта Гала, 12,5	330, высокорослый	самоопыляющий	средней толщины, коричневые, приподнятые	усечено-конические, удлинённые, крупные	раннее ежегодное плодоношение, устойчивость к мучнистой росе
Айдаред — зимний сорт американской селекции получен путем скрещивания сортов Джонатан и Вагнер, 14,7	234, высокорослые	самообесплодный	толщина средняя, прямые	округлые, средней величины, 140–190 г	лежкость плодов
Моди — сорт зимний позднего срока созревания, итальянский, полученный в результате скрещивания сортов Либерти и Гала	средней высоты	самоплодность недостаточная	светлые, округлые, 9–11 см	удлинённо-конические, среднего размера	скороплодный, высокоурожайный
Чемпион Рено — сорт раннезимний, чешской селекции	190, среднерослые	самообесплодный	25–30 см	крупные, округло-овальной формы, одномерные	скороплодный, смешанный тип плодоношения

Объекты и методы исследований

В изучении находились интродуцированные сорта яблони отечественной и зарубежной селекции (Фуджи Кику, Цивт 15, Айдаред, Моди, Чемпион Рено), в качестве контроля использован районированный сорт Ренет Симиренко (табл. 1). Исследования проводили общепринятыми методами по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур на опытно-экспериментальной базе ФБГНУ «ФАНЦ РД» [11]. Биохимический состав плодов изучали в лаборатории биохимической оценки сортов ФГБУ «Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур». Плодовые насаждения 2018 г. закладки, схема посадки 3×1,5 м, подвой М IX, высота над уровнем моря 520 м (рис. 1).

Обсуждение результатов

Продуктивность плодовых культур в большой степени зависит от почвенно-климатических условий зоны выращивания. С учетом вертикальной зональности территории республики, плодовые зоны отличаются неоднородностью и не могут быть использованы для возделывания плодовых культур с равной эффективностью.

Юго-восточная предгорная провинция играет большую роль в садоводстве республики. Территория в климатическом отношении характеризуется как умеренно-теплая, полусухая, переходящая к субтропической. Климатический режим дельтовых пространств рек Самура и Гюльгери-чай обусловлен географическим положением и близостью Каспия. Основные черты этого режима — засушливость, обилие тепла и света. Для характеристики климата территории исследований использованы данные метеостанции «Касумкент» [12]. По многолетним данным среднегодовая температура воздуха колеблется от 9,7 до 10,3 °С. Наиболее жаркими месяцами являются июль — август, абсолютный максимум — 37–39 °С, наблюдалось 43 °С, абсолютный минимум — 8,9–13,3 °С. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 289 дней. Зима с частыми, порой продолжительными оттепелями. Снежный покров неустойчив. Лето жаркое, сухое. Территория характеризуется как достаточно обеспеченная теплом для выращивания плодовых культур, сумма активных температур воздуха составляет 3449 °С. Среднегодовая сумма осадков колеблется в пределах 410–510 мм. Причем районы, находящиеся в пределах от 200 до 600 м над уровнем моря, отличаются более засушливым климатом. (Справочник метеоданные 2016–2021 гг.).

Почвенный покров подзоны представлен лугово-каштановыми почвами. Мощность горизонта А+В — 30–40 см, с содержанием гумуса 2,1–2,8%, обеспеченность подвижным фосфором (1,8–2,0 мг) и гидролизующим азотом (3,8–4,5 мг) средняя, обменным калием — высокая (40–53 мг на 100 г почвы). Агрофизические и агрохимические свойства почвы благоприятны для выращивания культуры яблони.

Результаты хозяйственной деятельности подтверждают, что для поддержания конкурентоспособности недостаточно получать хороший урожай, а необходимо производство плодов с высокими товарно-потребительскими свойствами возделывания, пользующихся спросом, с длительным периодом хранения, отвечающих требованиям стандартов. Сорт должен обладать такими качествами как: скороплодность; высокая урожайность — 250–300 ц/га; устойчивостью к болезням; масса плодов 150 и более г, дегустационная оценка не менее 4,5–4,7 баллов, содержание сахаров 12–13%, ви-

Рис. 1. Яблоневый сад по интенсивной технологии

Fig. 1. Apple orchard with intensive technology



тамина С — от 7 до 14%, срок хранения — 8–9 месяцев. Хозяйственно-биологические особенности сорта определяют не только рыночный спрос, но и производственно-экономическую эффективность.

Продуктивность — основной показатель сорта, который наряду с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, биопотенциалом и качеством плодов определяет его хозяйственную ценность. Оценка сортов различного эколого-географического происхождения предполагает изучение всех параметров. Определение продукционного потенциала каждого сорта позволяет расширить региональный сортимент, и определить соответствие сорта условиям предгорной подзоны.

Первичные результаты изучения сортов яблони по основным признакам представлены в табл. 1. Плоды, имеющие высокие товарные качества, такие как крупный размер, привлекательный внешний вид, высокие вкусовые качества, овальной и округло-конической формы, с гладкой поверхностью и определенной покровной окраской, пользуются повышенным спросом у потребителей. Масса плода относится к основным показателям его товарных качеств: она варьировала по сортам от 95 до 250 г.

По результатам исследований все сорта яблони, находившиеся в изучении, отнесены к двум группам: группа с массой плода 100–170 г (Ренет Симиренко (к), Айдаред, Чемпион Рено), группа сортов яблони с массой плода выше 170 г (Цивт 15, Фуджи Кику, Моди).

Высокая урожайность 133 ц/га отмечена у сорта Цивт 15, она обусловлена прежде всего средней массой плодов (250 г), одномерностью плодов (85–90%).

По внешнему виду (правильная форма и яркая окраска) высокие показатели (4,7–4,9 баллов) отмечены у сортов: Моди, Цивт 15, Фуджи Кику.

По органолептической оценке вкуса плодов сорта Фуджи Кику, Моди, Цивт 15 отнесены к десертным (4,5–

Таблица 2. Хозяйственно-биологические показатели сортов яблони (2021 г.)

Table 2. Economic and biological indicators of apple varieties (2021)

Сорт	Средняя урожайность		Средняя масса плода, г	Оценка плодов			Лежкость плодов, дни
	кг/с 1 дерева	ц/га		привлекательность, балл	вкус плодов, балл	общая оценка, балл	
	2	3	4	5	6	7	8
Ренет Симиренко (к)	4,3	81,0	95,0	4,0	4,4	4,2	90
Цивт1 5	7,0	133,0	250,0	4,9	4,9	4,9	220
Айдаред	4,3	81,7	150,0	4,0	4,2	4,1	180
Моди	4,4	83,6	200,0	4,7	4,8	4,7	170
ЧемпионР ено	5,8	111,8	140,0	4,5	4,4	4,5	160
Фуджи Кику	4,3	114,0	240,0	4,8	4,6	4,7	200
НСР ₀₅ = 0,6							

Таблица 3. Биохимическая оценка плодов интродуцированных сортов яблони, 2021 г.

Table 3. Biochemical evaluation of fruits of introduced apple varieties (2021)

Сорт	Срок созревания, дек./мес.	Сухое вещество, %	Биохимический состав		
			сахар, %	витамин С, мг/100г	Р-активные вещества, мг/100 г
	2	3	3	4	5
Ренет Симиренко	2–10	13,6	8,3	7,8	97,0
Цивт1 5	2–09	14,9	12,5	10,9	99,0
Айдаред	2–10	10,8	10,5	13,2	96,1
Моди	3–09	11,3	10,1	7,5	88,0
Чемпион Рено	1–10	15,0	10,0	5,3	94,6
Фуджи Кику	2–10	11,8	9,3	8,0	97,8

5,0 балла), к столовым (3,9–4,4 балла) — Айдаред, Ренет Симиренко, Чемпион Рено. Самой высокой оценкой по 5-балльной шкале оценен сорт Цивт1 5 (табл. 2).

При оценке пищевой ценности плодов большое значение придается и биохимическому составу (табл. 3). Исследования проведены по основным показателям: содержание сахаров, сухих веществ, витаминов группы С и Р, органических кислот. Особую значимость при определении качества плода имеет его лежкость, т.е. способность плодов сохранять свои питательные и пищевые свойства. Продолжительность хранения плодов определяется содержанием сухих растворимых веществ (СРВ). Эта биологическая особенность сорта относится к одному из основных факторов, отражающих способность плодов к хранению. Особую ценность при этом составляют зимние сорта Фуджи Кику, Цивт 15 с лежкостью 200–220 дней.

По результатам корреляционного анализа выявлена положительная связь между массой плодов и урожайностью ($r = 0,68$), $y = 0,2442x + 56,929$; между массой плодов и содержанием сахаров ($r = 0,62$), $y = 0,0142x + 7,5661$; между средней массой плодов и содержанием сухих растворимых веществ ($r = 0,069$), $y = -0,021x + 13,27$.

Углеводы являются важной составляющей частью плодов. На содержание витамина С в плодах яблони в значительной степени влияют биологические особенности сорта и сложившиеся условия в период вегетации.

Существует мнение, что зимние сорта имеют больше сахаров, чем летне-осенние сорта [14]. По нашим данным, содержание растворимых сухих веществ у исследуемых сортов варьировало в пределах 11,3–14,9%. Высоким накоплением СРВ отличается сорт Цивт1 5 (14,9%). Содержание сахаров составило от 8,3% у Ренет Симиренко до 12,5% у сорта Цивт 15.

Высоким содержанием аскорбиновой кислоты характеризовались сорт яблони Айдаред (13 мг/100 г), а также новый интродуцированный сорт Цивт1 5 (10,9 мг/100 г). Содержанием Р-активных веществ отличались интродуцированные сорта яблони Цивт 15 — 99,0 мг/100 г, Фуджи Кику — 97,8, Ренет Симиренко — 97 мг/100 г.

Выводы

Первичное производственное изучение интродуцированных сортов яблони в условиях юго-восточной предгорной провинции Дагестана позволило определить комплекс хозяйственно-полезных признаков.

Высокие показатели по всем оцениваемым параметрам отмечены у сорта Цивт 15.

По совокупности показателей, отражающих степень реализации биопотенциала и хозяйственную ценность перспективных сортов Цивт 15, Фуджи Кику, Модии, предлагаем использовать изученные сорта для расширения сортового разнообразия и более полного удовлетворения спроса потребителя на высококачественную плодовую продукцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алибеков Т.А., Аджиев А.М., Загоров Н.Г., Батталов Б.В. // Плодоводство Дагестана: Современное садоводство и перспективы развития. Махачкала. 2013, с. 35–53.
2. Григорьева Л.В. Современные системы введения интенсивных садов яблони // Научно-практические достижения и инновационные пути развития производства продукции садоводства для улучшения структуры питания и здоровья человека: Матер. Науч.-практ. Конф. –Мичуринск –наукоград, 2008. –С. 33–36.
3. Оптимальное размещение плодовых культур на территории Республики Дагестан. /Методические рекомендации под ред. д.с.-х.н. Т.А.Алибекова // Махачкала, 2016. – 120 с.
4. Козловская З.А. Селекция яблони в Беларуси. /Минск: Белорусская наука, 2015. 476 С.
5. Загоров Н.Г., Бакуев Ж.Х., Атабиев К.М. Продуктивность интенсивных беспорных садов яблони на террасированных склонах // Горное сельское хозяйство, -2015. -3. –С. 86–92.
6. Шахмирзоев Р.А. Актуальные вопросы интенсивного садоводства в республике Дагестан // Горное сельское хозяйство, — 2018. №4, –с.115–118.
7. Определитель сортов яблони европейской части СССР: О-62 Справочник / В.П. Семакин, Е.Н. Седов, Н.Г. Красова и др., М.: Агропромиздат, 1991. — 320 с. ил.
8. Велибекова Л.А. Перспективы размещения промышленного садоводства. — Дагестана // Садоводство и виноградарство. -№2. -2019. –С. 33–39.
9. Казиев М.-Р.А., Шахмирзоев Р.А., Караев М.К. Особенности вегетации интродуцированных сортов яблони в условиях Юго-Восточных предгорий Дагестана // Плодоводство и виноградарство юга России №66 (6), 2020. С.15–27.
10. Иванов Е.В., Скоропудов В.Н., Скоропудова О.А. Качество плодов видов рода MALUS (L) MILL. При индукции в условиях белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2014. №; 4.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н.Седова и Т. П. Огольцовой // - Орел: 1999, Изд-во Всерос. науч. — исслед. инст. плод. культур.
12. Агроклиматические ресурсы Республики Дагестан // Справочник метеоданные (2016–2020 гг.)

ОБ АВТОРАХ:

Шахмирзоев Руслан Абузарович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела плодовоовощеводства, г. Махачкала, Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова 30, 367014, Россия russad66@mail.ru

Казиев Магомед-Расул Абдусаламович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, г. Махачкала, Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова 30, 367014, Россия

REFERENCES

1. Alibekov T.B., Adzhiev A.M., Zagirov N.G., Battalov B.V. // *Fruit growing of Dagestan: Current state and development prospects*. Makhachkala. Nauka. 2013. p. 35–53. (In Russ).
2. Modern systems for the introduction of intensive apple orchards // *Scientific and practical achievements and innovative ways of developing the production of horticultural products to improve the structure of nutrition and human health: Mater. Scientific-practical. Conf. -Mikhurinsk — science city, 2008*. S.33- (In Russ).
3. Optimal mixing of fruit crops in the territory of the Republic of Dagestan. /*Methodological recommendations*. edited by Doctor of Agricultural Sciences T. A. Alibekov // Makhachkala, 2016. - 120 p. (In Russ).
4. Козловская З.А. Селекция яблони в Беларуси. /Минск: Белорусская наука, 2015. 476 С. (In Russ).
5. Zagirov N.G. Bakuev Zh.kh. Atabiev K/M// *Productivity of intensive unsupported apple slopes//Mountain agriculture/-2015/3/ -Form 86–92 (in Russ)]*.
6. Topical issues and intensive gardening in the Republic of Dagestan//*Gornoyeelskoe hozyaystvo*. 2018. №4. С. 115–118. (In Russ)
7. *Determinant varieties of Apple evropeyskoychasti of the USSR: On-62 Spravochnik* / V.P. Semakin, E. N. Sedov, N. G. Krasova, etc., M: Agropromizdat, 1991. — 320 p. (In Russ).
8. Velibekova L.A. Prospects for the location of industrial gardening in Dagestan//*Gardening and viticulture* / — No. 2-2019. -pp. 33–399 (In Russ).
9. Kaziev M.-R.A. Shakhmirzoev R.A. Features of the vegetation of the introduced apple varieties in the conditions of the South-foothills of Dagestan//*Fruit growing and viticulture, South of Russia* 66 (6), 2020. Form 15–27. (In Russ).
10. Ivanov E.V., Skoropudov V.N., Skoropudova O.A. Fruit quality of species of the genus MALUS (L) MILL. During induction in the conditions of the Belgorod region // *Modern problems of science and education*. 2014. No; 4. (In Russ).
11. The program and methodology of variety study of fruit trees, berry and nut-bearing crops / ed. by E.N. Sedov and T. P. Ogoltsova // — Orel: 1999, Publishing House of All-Russian Science. — research. inst. fruit. cultures. (In Russ).
12. Agro-climatic resources of the Republic of Dagestan/ *Handbook of meteorological data (2016–2020)*. (In Russ).

ABOUT THE AUTHORS:

Shakhmirzoev Ruslan Abuzarovich, candidate of Biological Sciences, leading scientific collaborator of the Fruit and Vegetable Growing Department, Makhachkala, Scientific town, Abdurazak Shakhbanova 30, 367014, Russia

Kaziev Magomed-Rasul Abdusalomovich, doktor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Makhachkala, Scientific town, Abdurazak Shakhbanova 30, 367014, Russia



УДК 635.9:582.598.16:613.526.32

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-100-103>

исследования/ research

**Селиверстова Е.Н.,
Щегринцев Н.В.**

Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр, ул. Никонова, д. 49, г. Михай-
ловск, Шпаковский р-н., Ставропольский край
356241, Россия
E-mail: aster22@list.ru

Ключевые слова: хризантема, селекция,
перспективное гибридное поколение, гор-
шечная культура, соцветие

Для цитирования: Селиверстова Е.Н.,
Щегринцев Н.В. Перспективное гибридное
поколение хризантемы мелкоцветковой Став-
ропольского ботанического сада. Аграрная
наука. 2022; 360 (6): 100–103.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-100-103>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов
интересов.

**Ekaterina N. Seliverstova
Natalia V. Shchegrinets**

North-Caucasus Federal Agricultural Research
Centre, Nikonovsk., 49, Mikhailovsk, Shpakovsky
district, Stavropol region, 356241, Russia E-mail:
aster22@list.ru

Key words: chrysanthemum, selection,
promising hybrid generation, pot culture, flowers

For citation: Seliverstova E.N.,
Shchegrinets N.V. Perspective hybrid generation
of chrysanthemum of the Stavropol Botanical
Garden. Agrarian Science. 2022; 360 (6):
100–103. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-100-103>

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.

Перспективное гибридное поколение хризантемы мелкоцветковой Ставропольского ботанического сада

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Хризантема садовая (дендрантема) (*Chrysanthemum x hortorum* Bailey) относится к семейству Астровых (*Asteraceae*). Цель исследования направлена на создание декоративных сортов хризантемы мелкоцветковой для степной зоны, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды, вредителям и болезням, с ранними и продолжительными сроками цветения. Задача — выделить перспективное для озеленения региона гибридное поколение хризантемы и использовать его как исходные формы в дальнейшей селекционной работе.

Методика. Научная работа проводилась в Ставропольском ботаническом саду в 2020–2021 гг. Изучение фенологических фаз развития проводилось по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах. Объектами исследований являются 9 перспективных гибридных образцов, полученных от свободного опыления сортов, видов и гибридных сеянцев: Пуговка, Ромашковое Поле, Евдокия, Светлана, Костер, Утро, Настена, Октябрина, Звезда.

Результаты. Гибридное поколение отличается формой куста, величиной и окраской соцветий, сроками цветения. Большинство гибридов имеют белую, лиловую и желтую окраску соцветий простой немахровой, махровой и анемоновидной форм. Диаметр колеблется от 3,5 до 7,3 см. Vegetation растений в условиях Ставропольского ботанического сада начинается 10–25 марта. Гибридные образцы Пуговка, Ромашковое Поле, Евдокия, Настена, Звезда, Октябрина — среднего срока цветения, в условиях ботанического сада это сентябрь, Костер, Светлана и Утро — раннецветущие гибриды, цветение — август. По высоте Октябрина — высокорослая, рекомендуется на срез благодаря прочным цветоносам. Низкорослые — Светлана, Евдокия, Костер, Настена, рекомендуются как горшечная и бордюрная культура для декоративного оформления садов и парков. Остальные образцы — Утро, Пуговка, Ромашковое Поле, Звезда — для широкого спектра использования.

Perspective hybrid generation of chrysanthemum of the Stavropol Botanical Garden

ABSTRACT

Relevance. Chrysanthemum (dendranthema) (*Chrysanthemum x hortorum* Bailey) belongs to the family *Asteraceae*. The aim of the study is to create decorative varieties of small-flowered chrysanthemum for the steppe zone, resistant to adverse environmental conditions, pests and diseases, with early and long flowering periods. The task is to single out a hybrid generation of chrysanthemum that is promising for gardening in the region and use it as initial forms in further breeding work.

Methods. Scientific work was carried out in the Stavropol Botanical Garden in 2020–2021. A comparative assessment of the decorativeness of hybrid seedlings was developed taking into account the recommendations: Methodology of state variety testing of ornamental crops. The study of the phenological phases of development was carried out according to the Methodology of phenological observations in botanical gardens.

Results. The objects of research are 9 promising hybrid samples obtained from free pollination of varieties, species and hybrid seedlings: Pugovka, Romashkovoe Pole, Evdokia, Svetlana, Koster, Utro, Nastena, Oktyabrina, Zvezda. The hybrid generation differs from the original forms in the shape of the bush, the size and color of the inflorescences, and the timing of flowering. Most hybrids have white, purple and yellow inflorescences of simple non-double, double and anemone forms. The diameter ranges from 3.5 to 7.3 cm. Vegetation of plants in the conditions of the Stavropol Botanical Garden begins on March 10–25. Hybrid samples of Pugovka, Romashkovoe Pole, Evdokia, Nastena, Zvezda, Oktyabrina are of the average flowering period, in the conditions of the botanical garden it is September, Koster, Svetlana and Utro — early flowering hybrids, flowering in August. In terms of height, Oktyabrina is tall, recommended for cutting, thanks to strong peduncles. Undersized are Svetlana, Evdokia, Koster, Nastena, they are recommended as a pot and flowerbed culture and as a decorative design for gardens and parks. The remaining samples — Utro, Pugovka, Romashkovoe Pole, Zvezda — have a wide range of uses. A promising hybrid generation was selected for further study as the initial forms in breeding work.

Поступила в редакцию: 22 февраля 2022
Одобрена после рецензирования: 14 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 22 february 2022
Accepted in revised form: 14 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Роль растений в жизни человека и всех живых существ велика. Декоративное садоводство, и в частности цветочное, удовлетворяет потребности человека в красоте и улучшает среду его обитания. Ботанические сады — это основные центры сохранения биоразнообразия растений, не только природной флоры, но и интродуцированных растений из флор различных ботанико-географических областей.

Хризантема садовая (дендантема) (*Chrysanthemum x hortorum* Bailey) относится к семейству Астровых (*Asteraceae*). Это многолетние красивоцветущие, с ежегодно отмирающей надземной частью растения гибридного происхождения. Внедрение их в садоводство России начато в 1940 году во Всесоюзном институте растениеводства (ВИР) — велась интродукция, а в Главном ботаническом саду Академии наук СССР начата селекционная работа по выведению отечественных сортов хризантемы для открытого грунта от свободного опыления зарубежных корейских гибридов [1]. Род насчитывает около 200 видов растений, распространенных в умеренных районах Северного полушария, преимущественно в Азии. В культуре выращивают в основном садовые формы, работа над выведением которых была начата более 2500 лет назад в Китае.

Достоинством хризантем является обильное и продолжительное осеннее красочное цветение с широкой гаммой окрасок и оттенков, позволяющее создавать многолетние насаждения, использовать в качестве горшечной культуры и на срез. Это одна из ведущих цветочных культур на мировом рынке. Их ассортимент ежегодно увеличивается благодаря внедрению в культуру дикорастущих видов и созданию новых сортов. Интенсивная работа селекционеров позволяет получать декоративные сорта, устойчивые в грунте и в срезке. Но они не всегда устойчивы к засухе и болезням и, несмотря на большое разнообразие современных сортов хризантемы, не существует универсальных сортов, пригодных для выращивания в различных климатических зонах. Кроме этого, сейчас предъявляются новые требования к окраскам и формам соцветий, прочности цветоносов, декоративности листьев и способов использования в озеленении. Современное озеленение требует новых подходов и к эстетическому восприятию растений. Поэтому возник вопрос о создании оригинальных сортов, адаптированных к биотическим и абиотическим факторам Ставропольского края.

Условия, материалы и методы

Объектами исследований являются 9 перспективных гибридных образцов, полученных от свободного опыления сортов, видов и гибридных сеянцев: Пуговка, Ромашковое Поле, Евдокия, Светлана, Костер, Утро, Настена, Октябрина, Звезда. Свободное опыление проходило между видами дендантема Завадского, д. Вейриха, д. арктическая и сортами хризантемы мелкоцветковой коллекционного фонда [2].

Научная работа проводилась в Ставропольском ботаническом саду в 2020–2021 гг. Цель исследования направлена на создание декоративных сортов хризантемы мелкоцветковой для степной зоны, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды, вредителям и болезням, с ранними и продолжительными сроками цветения.

Задача — выделить перспективное для озеленения гибридное поколение хризантемы, охарактеризовать его достоинства и использовать в дальнейшем для цве-

точного оформления региона и как исходные формы для продолжения селекционной работы.

Основные методы работы — селекционные. Сравнительная оценка декоративности гибридных сеянцев разработана с учётом рекомендаций: Методика государственного сортоиспытания декоративных культур [3, 4]. Изучение фенологических фаз развития проводилось по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах [5].

Ставропольский ботанический сад расположен на плато Ставропольской возвышенности (620–630 м над уровнем моря) в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края с умеренно континентальным климатом, со среднегодовой суммой осадков 630 мм, более 35% которых приходится на май — июль, максимальное их количество приходится на июнь, минимальное — на февраль. Летние дожди в основном ливневого характера, сопровождаются грозами и нередко градом [6]. Почвы — выщелоченные малогумусные тяжелосуглинистые черноземы с глубиной гумусного горизонта 70–90 см (среднее содержание гумуса — 4,75–5,38%). Обеспеченность подвижным фосфором очень высокая (69–108 мг/кг), обменным калием — средняя или повышенная. Реакция среды в слое 0–20 см слабощелочная — 7,85 [7].

Результаты и их обсуждение

Селекционная работа с хризантемой мелкоцветковой в Ставропольском ботаническом саду ведется с 2008 года. Селекция направлена на создание уникальных декоративных сортов мелкоцветковой хризантемы для степной зоны, устойчивых к неблагоприятным погодным условиям, вредителям и болезням, не требующих подвязки, низкорослого сортотипа, с ранними сроками цветения. В результате уже получены патенты на сорта Пламя, Калейдоскоп, Зефирка и Ириска [8–10]. Научная работа в этом направлении продолжается. При свободном перекрестном опылении получают всегда достаточно декоративные растения. Из большого количества гибридного материала, полученного от свободного опыления сортов и видов на коллекции, отобраны наиболее декоративные растения, соответствующие заданной модели, размножаемые вегетативно. Полученные растения явились исходным материалом для дальнейшей работы. В условиях сухого климата (относительная влажность летом от 43 до 56%) образование семян происходит не ежегодно. В 2019 году получили семена (известно материнское растение) от свободного опыления сортов, видов гибридных сеянцев прошлых лет. Из высеванных семян получили гибридное поколение.

Полученные всходы через три недели были распикированы в отдельные контейнеры, а в начале апреля высажены в грунт на селекционный участок. Из высаженных сеянцев хризантемы мелкоцветковой в 2020 году отобраны 9 перспективных для дальнейшего изучения: гибридный образец Пуговка относится к классу Анемоновидные, получен из семян материнского растения Горный Хрусталь; Звезда — к классу Простые немахровые от сорта Лето; Ромашковое Поле — к классу Простые немахровые от сорта Абрис; Евдокия — к классу Анемоновидные от сорта Стелуца; Светлана — к классу Полумахровые от сорта Струя Лазури; Утро — к классу Махровые от свободного опыления; Настена — к классу Махровые от сорта Стелуца; Костер — к классу Полумахровые от свободного опыления; Октябрина — к классу Простые немахровые от свободного опыления.

Таблица 1. Морфо-биологическая характеристика перспективного гибридного поколения мелкоцветковой хризантемы (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 1. Morpho-biological characteristics of a promising hybrid generation of chrysanthemum (average for 2020–2021)

Гибридный образец	Высота растения, см	Соцветие			Период цветения
		диаметр, см	форма	окраска	
Пуговка	50	3,9±0,37	анемоновидная	язычковые — белая, трубчатые — желтая	15.09–15.10
Костер	38	6,1±0,32	полумахровая	желтая, к центру лепестки оранжево-красные	08.08–12.10
Ромашковое Поле	49	3,7±0,12	простая, ромашковидная	лимонная, с темно-желтым центром трубчатых цветков	10.09–31.10
Евдокия	45	3,5±0,26	анемоновидная	язычковые — белая, трубчатые — лимонная	22.09–12.11
Настена	41	5,5±0,12	махровая, острые язычковые цветки, центральные короче внешних	лиловая	15.09–30.10
Светлана	38	5,5±0,14	махровая, много соцветий, более 200	бело-кремовая, в центре хохолок	01.09–27.10
Звезда	48	3,8±0,21	простая ромашковидная	красная, трубчатые — желтая	20.09–01.11
Утро	54	7,3±0,11	махровая крупная	бежевая с закрученными язычковыми цветками	08.09–01.11
Октябрина	98	7,1±0,24	простая ромашковидная с длинными язычковыми цветками	палево-оранжевая с небольшим желтым диском трубчатых цветков	10.10–15.11



Гибридный образец Пуговка



Материнское растение Горный хрусталь



Гибридный образец Звезда



Материнское растение Лето



Гибридный образец Ромашковое Поле



Материнское растение Абрис



Гибридный образец Евдокия



Материнское растение Стелуца

Гибридное поколение от исходных растений отличается формой куста, величиной и окраской соцветий, сроками цветения. Большинство образцов имеют белую, лиловую и желтую окраску соцветий, из них простой немахровой формы — 65%, анемоновидной — 2%, махровая форма у 30%, другие формы — у 3%. По диаметру соцветия лидируют образцы Утро — до 7,3 см, Октя-

брина — 7,1 см, Костер — 6,1 см. Пуговка, Ромашковое Поле, Евдокия, Звезда — диаметром от 3,5 до 3,9 см.

При оценке декоративности красивоцветущих растений одним из показателей являются сроки и продолжительность цветения. В связи с этим проводили изучение роста и развития биологических особенностей перспективных гибридных образцов. Вегетация растений в условиях Ставропольского ботанического

сада начинается 10 марта (2020 год) и 25 марта (2021 год), бутонизация раннецветущих сортов и гибридного поколения — в августе месяце, среднецветущих — в сентябре. Цветение образцов продолжительное — от 31 (Пуговка) до 64 дней (Костер). По срокам цветения образцы делятся на раннего срока цветения: Костер, Светлана, Утро — зацветают в августе — начале сентября; среднецветущие: Звезда, Настена, Пуговка, Ромашковое Поле — цветение с середины сентября; среднепоздние: Октябрина, Евдокия — зацветают в начале октября. Потеря декоративности наступает с заморозками. Это период с начала до середины ноября.

По высоте образец Октябрина высокорослый (до 1 м), рекомендуется на срез благодаря прочным цветоносам, низкорослые образцы — Светлана, Евдокия, Костер, Настена (38–41 см) — рекомендуются как горшечная и бордюрная культура в качестве декоративного оформления садов и парков, Утро, Звезда, Ромашковое Поле могут использоваться во всех видах декоративного оформления, миксбордерах и в качестве горшечной культуры. В таблице 1 дана характеристика перспективного гибридного поколения.

Хризантемы — растения, потребляющие большое количество воды. Потребность в ней меняется в зависимости от фазы развития. В период роста побегов требуется высокая влажность почвы, так как корневая си-

стема находится в почвенном горизонте до 30 см. А так как в условиях Ставрополя летом очень неравномерное выпадение осадков, высокие температуры и частые восточные ветры иссушают почву, выращивание происходит на капельном поливе. Во время изучения гибридного поколения болезней на растениях не наблюдали. Все образцы — с хорошим образованием корневой поросли, что очень важно для размножения.

Выводы

Перспективное гибридное поколение имеет белую, лиловую и желтую окраску соцветий, анемоновидной, простой немахровой и махровой формы.

Гибридные образцы Пуговка, Ромашковое Поле, Настена, Звезда — среднего срока цветения, Костер, Светлана и «Утро» — раннецветущие, Октябрина и Евдокия — среднепоздние. Цветение продолжительное, потеря декоративности — с наступлением морозов.

По результатам наших исследований по высоте сорта и благодаря прочным цветоносам Октябрина рекомендуется на срез. Светлана, Евдокия, Костер, Настена — низкорослые, рекомендуются как горшечная и бордюрная культура в качестве декоративного оформления садов и парков. Остальные образцы — Утро, Пуговка, Ромашковое Поле, Звезда — для широкого спектра использования. Все они рекомендованы как исходные формы в дальнейшей селекционной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Краснова Н.С. Мелкоцветные хризантемы в озеленении городов. М., 1951. 36 с.
2. Волкова В.В., Грищенко Е.Н., Исаенко Т.Н. и др.. Каталог цветочно-декоративных растений и итоги селекционной работы лаборатории цветоводства Ставропольского ботанического сада. Ставрополь: *ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»*. 2019. 125 с.
3. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. М.: *МСХ РСФСР*. 1960. 182 с.
4. Мацнева А.Е. Методика сравнительной сортооценки декоративных культур. *Тенденции развития науки и образования*. 2020; 63-1:14-18.
5. Методика фенонаблюдений в ботанических садах СССР. М.: 1975. 22 с.
6. Савельева В.В.. Природа города Ставрополя: учебное пособие. Ставрополь: *Сервисшкола*. 2002. С.10-13.
7. Материалы почвенно-агрохимического обследования территории ГНУ Ставропольский ботанический сад. Михайловск: *СНИИСК*. 2002. 140 с.
8. Кулинцев В.В. и др. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Ставрополь: *«АГРУС»*. 2018. 176 с.
9. Селиверстова Е.Н., Кожевников В.И., Щегринцев Н.В. Хризантема мелкоцветковая в Ставропольском ботаническом саду: монография. Ставрополь: *ООО «Бюро новостей»*. 2020. 108 с.
10. Храпач В.В., Кожевников В.И., Гречушкина-Сухорукова Л.А. и др. Отчет о научно-исследовательской работе создать и изучить новые генотипы хризантемы мелкоцветковой, лилейника гибридного, астры однолетней, овсяницы красной, мятлики лугового и мятлики узколистного по комплексу хозяйственно ценных и декоративных признаков (0725-2018-0014). Отчет НИР № 0725-2018-0014. 2018. 44.

ОБ АВТОРАХ:

Селиверстова Екатерина Николаевна, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, AuthorID: 780610, e-mail: pion1993@list.ru

Щегринцев Наталья Викторовна, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, AuthorID: 781919, e-mail: aster22@list.ru, тел.8 (8652)-56-03-71

REFERENCES

1. Krasnova N.S. Small-colored chrysanthemums in urban landscaping. M., 1951, 36 p. (In Russ.)
2. Volkova V.V., Grishchenko E.N., Isaenko T.N. et al. Catalog of flower-ornamental plants and the results of selection work of the laboratory of floriculture of the Stavropol Botanical Garden. Stavropol: *FGBNU "North Caucasian FNAC"*. 2019. 125 p. (In Russ.)
3. Methodology for state variety testing of ornamental crops. M.: *MSH RSFSR*. 1960. 182 (In Russ.)
4. Matsneva A.E. Methods of comparative variety evaluation of ornamental crops. *Trends in the development of science and education*. 2020; 63-1: 14-18. (In Russ.)
5. Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR. M.: 1975, 22 p. (In Russ.)
6. Savelyeva V.V. The nature of the city of Stavropol: a textbook. Stavropol: *Servisshkola*. 2002. P.10-13. (In Russ.)
7. Materials of the soil-agrochemical survey of the territory of the State Scientific Institution Stavropol Botanical Garden. Mikhailovsk: *SNIISKH*. 2002. 140 p. (In Russ.)
8. Kulintsev V.V. and others. Varieties and hybrids of agricultural crops of the FBGNU "North-Caucasian FNAC" selection. Stavropol: *"AGRUS"*. 2018. 176 p. (In Russ.)
9. Seliverstova E.N., Kozhevnikov V.I., Shchegrinets N.V. Chrysanthemum small-flowered in the Stavropol Botanical Garden: monograph. Stavropol: *LLC «Bureau of News»*. 2020. 108 p. (In Russ.)
10. Khrapach V.V., Kozhevnikov V.I., Grechushkina-Sukhorukova L.A. and others. Report on research work to create and study new genotypes of small-flowered chrysanthemum, hybrid daylily, annual aster, red fescue, meadow grass and narrow-leaved bluegrass according to a complex of economically valuable and decorative features (0725-2018-0014). Research report № 0725-2018-0014, 2018. 44. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Seliverstova Ekaterina Nikolaevna, leading researcher, ph.d of agricultural sciences AuthorID: 780610, e-mail: pion1993@list.ru

Shchegrinets Natalia Victorovna, senior researcher, ph.d of agricultural sciences aster22@list.ru, AuthorID: 781919, e-mail: aster22@list.ru, тел.8 (8652)-56-03-71

УДК УДК 631. 311

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-104-111>

исследования/ research

Казаков Ю.Ф.,
Медведев В.И.,
Павлов В.С.,
Пыркин А.В.

Чувашский государственный аграрный университет, ул. К. Маркса, 29, г. Чебоксары, Россия
E-mail: ura.kazakov@mail.ru

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, подпоровное рыхление, комбинированный рабочий орган, детерминизм скоростей, пути снижения, кинематический анализ, тяговое сопротивление

Для цитирования: Казаков Ю.Ф., Медведев В.И., Павлов В.С., Пыркин А.В. Пути снижения детерминизма скоростей в почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатах. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 104–111.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-104-111>

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

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

Yuri F. Kazakov,
Vladimir I. Medvedev,
Vladimir S. Pavlov,
Alexey V. Pyrkin

Chuvash State Agrarian University, K. Marx st., 29, Cheboksary, Russia
E-mail: ura.kazakov@mail.ru

Key words: machine-tractor unit, undercover loosening, combined working body, speed determinism, ways to reduce, kinematic analysis, traction resistance

For citation: Kazakov Yu.F., Medvedev V.I., Pavlov V.S., Pyrkin A.V. Ways to reduce the determinism of speeds in tillage machine-tractor units. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 104–111. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-104-111>

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.

Пути снижения детерминизма скоростей в почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатах

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из основных факторов повышения производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА) является скорость поступательного движения. В большинстве случаев пахотные МТА имеют жесткую связь между составляющими. С ростом поступательного движения энергозатраты изменяются с положительным ускорением из-за повышения прочностных характеристик почвы. Целью исследований является изыскание возможностей снижения детерминизма скоростей составляющих машинно-тракторного агрегата, разработка оценочных показателей детерминизма скоростей, кинематический анализ комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа-механизма.

Методы. Методика исследований базируется на системном анализе факторов, имеющих причинно-следственную связь с качественными и энергетическими показателями работы машинно-тракторных агрегатов. Пахотный слой рассматривается как трехфазная среда. Кинематический анализ проведен методами теоретической механики. Тяговое сопротивление определено в условиях почвенного канала.

Результаты. Технологические параметры режимов работы, скорость, глубину хода почвообрабатывающих рабочих органов, направление движения вдоль склона можно менять в ограниченных взаимообусловленных пределах, соответствующих агротехническим, экологическим, эксплуатационным требованиям и требованиям безопасности персонала МТА. Предложены оценочные показатели детерминизма скоростей: кинематическая трансформация угла резания, качество крошения, максимум движущей силы при минимуме мощности на работу рабочих органов-двигателей. Разработан комбинированный почвообрабатывающий рабочий орган-механизм для подпоровного рыхления в составе щелевального ножа и пружинного кротователя, самоприспосабливающийся к изменению продольной твердости почвы. Результаты кинематического анализа и экспериментальных исследований макетного образца рабочего органа в условиях почвенного канала подтвердили автоколебательный характер движения пружинного кротователя. Автоматическое поддержание необходимой степени детерминизма скоростей способствует снижению энергоемкости процесса щелевания с одновременным кротованием.

Ways to reduce the determinism of speeds in tillage machine-tractor units

ABSTRACT

Relevance. One of the main factors in increasing the productivity of machine-tractor units (MTU) is the speed of translational motion. In most cases, the arable MTU have a rigid connection between the components. With the growth of translational motion, energy costs change with a positive acceleration due to an increase in the strength characteristics of the soil. The purpose of the research is to find ways to reduce the determinism of the speeds of the components of the machine-tractor unit, to develop estimated indicators of the determinism of speeds, kinematic analysis of the combined tillage working organ-mechanism.

Methods. The research methodology is based on a systematic analysis of factors that have a causal relationship with the quality and energy performance of machine-tractor units. The arable layer is considered as a three-phase medium. The kinematic analysis was carried out by methods of theoretical mechanics. The traction resistance is determined in the conditions of the soil channel.

Results. The technological parameters of the operating modes, speed, depth of the tillage working bodies, the direction of movement along the slope can be changed within limited mutually dependent limits corresponding to agrotechnical, environmental, operational requirements and safety requirements of the MTU personnel. Estimated indicators of the determinism of speeds are proposed: kinematic transformation of the cutting angle, the quality of crumbling, the maximum of the driving force with a minimum of power for the work of the working bodies-movers. A combined tillage working organ-mechanism has been developed for undercover loosening as part of a cutting knife and a spring mole, self-adapting to changes in the longitudinal hardness of the soil. The results of kinematic analysis and experimental studies of a mock-up sample of a working organ in the conditions of a soil channel confirmed the self-oscillatory nature of the movement of the spring mole. Automatic maintenance of the necessary degree of determinism of speeds helps to reduce the energy intensity of the crevice process with simultaneous mowing.

Поступила в редакцию: 28 марта 2022
Одобрена после рецензирования: 11 мая 2022
Принята к публикации: 20 июня 2022

Received: 28 march 2022
Accepted in revised form: 11 may 2022
Accepted for publication: 20 june 2022

Введение

Пахотный слой характеризуется большой изменчивостью физико-механических свойств, в частности продольной твердости [1]. Скорости машинно-тракторных агрегатов (МТА) и рабочих органов, как правило, совпадают во времени и в пространстве. В целях повышения производительности МТА желательно увеличение его поступательной скорости. Но для «классических» МТА с жесткой связью трактора с рамой и жестким креплением исполнительных рабочих органов (ИРО) на раме это означает рост скорости и рабочих органов, соответственно, и скорости нагружения деформируемой почвы. В результате увеличиваются величина предела текучести и временного сопротивления почвы [2]. Увеличение энергоемкости процесса обработки почвы на повышенных рабочих скоростях объясняется дальностью отбрасывания и скоростью оборота пласта, повышением прочностных характеристик почвы, превышением скорости нагружения над скоростью распространения пластических деформаций [3]. В большинстве случаев силовые и кинематические показатели рабочих органов изменяются одновременно. Следовательно, нужны МТА, в которых трактор, рама орудия и исполнительные рабочие органы имеют различные по величине и направлению скорости.

Существенного снижения детерминизма скоростей составляющих МТА можно добиться через многоканальный отбор мощности двигателя, в частности применением многорежимного привода ВОМ, гидропривода, электропривода, их комбинацией [4]. Так как в целях повышения эффективности работы исполнительные рабочие органы должны совершать не только поступательные, но и сложные движения, появляется необходимость в трансмиссиях с широким пределом регулирования кинематических и силовых параметров. Поддержание заданного закона движения ИРО, как по величине, так и по направлению, необходимо при выполнении технологических процессов посевных и посадочных машин, культиваторов для междурядной обработки, прореживания рядков. В целях снижения энергозатрат скорости движения «мертвых» масс агрегата и ИРО могут отличаться кратно по величине. Скорость ИРО при выполнении рабочего хода может существенно отличаться от скорости при холостом ходе. При встречных направлениях скоростей тягача и рабочих органов технологическое сопротивление последних превращается в движущую силу, разгружая канал передачи энергии через пару «колесо — опорная поверхность» [5]. В целях выполнения жестких агротехнических требований в трансмиссиях рассадопосадочных машинно-тракторных агрегатов необходимо автоматическое управление кинематическими показателями с учетом реальной поступательной скорости трактора [4]. Самовращающиеся почвообрабатывающие рабочие органы имеют больше степеней свободы [6, 7]. Они могут непрерывно менять свое положение в зависимости от изменчивости продольной твердости почвы, обеспечивая тем самым снижение тягового сопротивления.

Целью исследований является изыскание возможностей снижения детерминизма скоростей составляющих машинно-тракторного агрегата, обоснование оценочных показателей тесноты связей их скоростей, разработка макетных образцов рабочих органов, самоприспосабливающихся к изменяющейся продольной твердости почвенного пласта.

Методика

Методика исследований базируется на системном анализе факторов, имеющих причинно-следственную связь с качественными и энергетическими показателями работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов. При этом пахотный слой почвы рассматривается как трехфазная среда [8]. При проведении кинематического анализа использованы методы теоретической механики. Экспериментальные исследования макетных образцов рабочих органов проведены в условиях почвенного канала.

Результаты

Подвод энергии к почвообрабатывающим рабочим органам осуществляется как через движители трактора, так и непосредственно к рабочему органу. К комбинированным рабочим органам подвод энергии происходит, как правило, по обоим каналам. Системный подход к анализу процесса рыхления почвы позволил установить энергетические, технологические, конструктивные факторы, оказывающие существенное влияние на эффективность, надежность и безопасность этого процесса с учетом экологических, агротехнических, эксплуатационных требований (рис. 1). Технологические параметры режимов работы, скорость и глубину хода рабочего органа можно менять в ограниченных взаимосоответственных пределах, соответствующих агротехническим требованиям.

Напряженно-деформированное состояние почвы или поле напряжений есть результат формируемого деформатором поля скоростей. Поле скоростей рассматриваем как представление в пространстве и во времени положения деформатора в обрабатываемой среде (рис. 1). Конечный результат изменения поля скоростей, а следовательно, и поля напряжений в пахотном слое — рыхление с целью улучшения водного и воздушного режима. С точки зрения реологии почвы важны скорость деформатора, соотношение продолжительности фаз его приложения и рассеивания напряжений. Так как нагружение почвы может иметь статический и динамический характер, по-разному будет происходить ее разрушение [5].

Представление пахотного слоя как трехфазной среды позволяет утверждать, что внутреннее упругое сопротивление зависит от степени деформации, а вязкое сопротивление — от скорости деформации. При ударных нагрузках разрушение носит хрупкий характер. Для снижения сопротивления почвы предпочтительны меры по снижению доли вязкого сопротивления. Скорость деформации почвы как реологического тела зависит от скорости упругой волны, обусловленной плотностью и модулем упругости почв, иот скорости волны пластической деформации, обусловленной тангенсом угла наклона касательной к диаграмме «напряжение — деформация» [5].

Рассмотрим изменение поля скоростей почвообрабатывающих МТА, рамы орудия и рабочих органов, в пространстве и во времени с учетом их технологического назначения, конструкции, степеней свободы или количества возможных перемещений (рис. 1).

Скорости рамы орудия и рабочих органов совпадают, если стойка и исполнительный рабочий орган имеют жесткую конструкцию. При шарнирном креплении жестких стоек глубокорыхлителя на раме они могут отличаться в определенных пределах ввиду отклонения стойки рабочего органа, закрепленного на сферическом шарнире, от вертикального положения. Преимущества

такого крепления рабочего органа проявляются при обработке пере-сохших почв: не происходит сгуживание почвы, удается избежать за-щемления глыб между стойками [9].

В агрегатах для обработки почвы на склонах скорость и направление составляющих МТА часто не совпадают во времени и (или) в пространстве. Рассмотрим некоторые случаи:

— скорость рабочего органа перпендикулярна к скорости МТА, движение рабочего органа осуществляется в горизонтальной плоскости, со сдвигом во времени к скорости МТА. Примером является агрегат с орудием, рабочие органы которого осуществляют обработку склона вдоль горизонталей при движении МТА поперек склона [4];

— скорость рабочего органа перпендикулярна к скорости МТА, движение рабочего органа осуществляется в вертикальной плоскости со сдвигом во времени к скорости МТА (штыреватели склонов) [4];

— скорость рабочего органа непрерывно меняет свое положение относительно скорости МТА, движение рабочего органа осуществляется в горизонтальной плоскости, отсутствует сдвиг во времени скорости МТА и рабочих органов, пример — зубовая борона с колебательным движением рамы в горизонтальной плоскости [4].

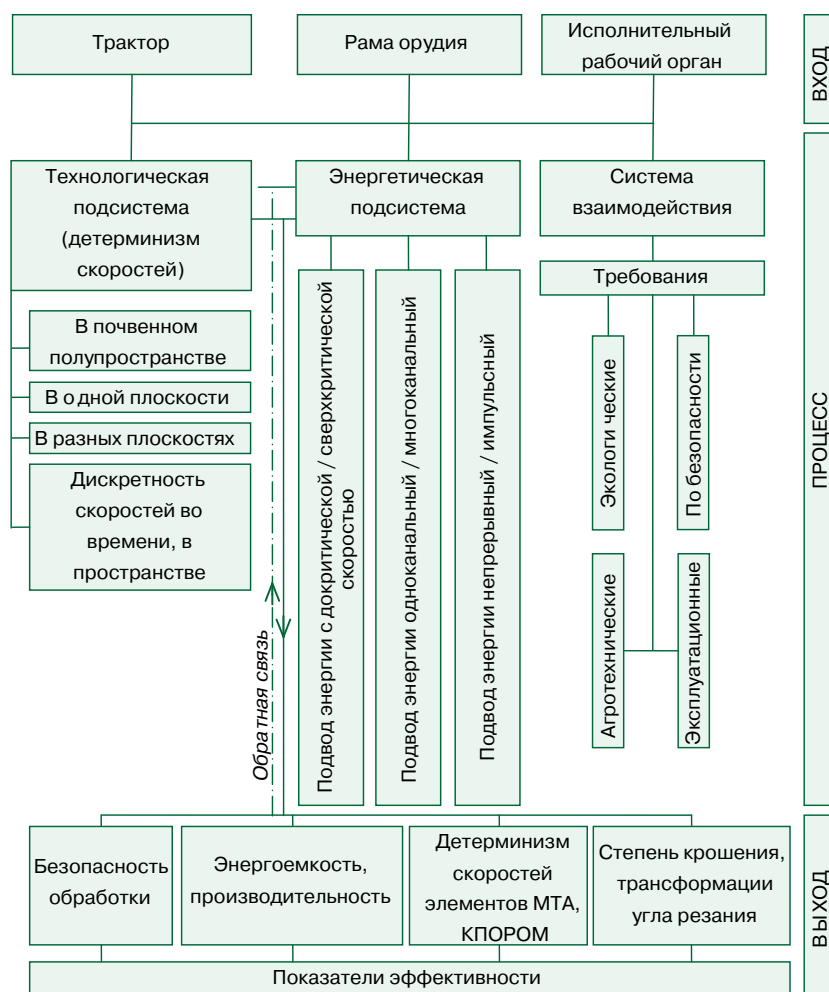
Вильчатый рабочий орган, предложенный в [10], внедряется в почву на заданную глубину практически вертикально, а затем производит сдвиг сформированного пласта в направлении, противоположном скорости МТА, реализуя сдвиг скоростей во времени и в пространстве. В почвообрабатывающих фрезях с горизонтальной или вертикальной осью вращения происходит постоянное изменение векторов скорости рабочих органов и рамы. Положение вектора скорости рабочего органа по отношению к почвенному полупространству существенно влияет на энергоемкость процесса рыхления почвы ножом фрезы через изменение вида резания с заблокированного на полублокированный или на свободный [5].

Снижение детерминизма скоростей составляющих МТА достигается применением упругих стоек ИРО, комбинированных агрегатов, многоканальным отбором мощности с автоматическим изменением силовых и кинематических потоков привода и другими способами (рис. 1).

В связи с вышеизложенным в целях снижения энергозатрат при выполнении технологических операций необходимо разработать показатели детерминизма скоростей составляющих МТА с учетом условий их работы, изменчивости продольной твердости почвы.

Разработанные академиком В.П. Горячкиным математические модели работы плуга, надежности технологических процессов работы молотильного аппарата, мотвила, бесподпорного скашивания нами рассма-

Рис. 1. Представление работы почвообрабатывающих МТА в виде системного процесса
Fig. 1. Representation of the work of tillage MTU in the form of a system process



триваются как результат отражения связи энергозатрат и детерминизма скоростей [2].

На наш взгляд, к оценочным показателям детерминизма скоростей почвообрабатывающих МТА можно отнести (рис. 1):

- кинематическую трансформацию угла резания, реализуемую за счет активного привода рабочих органов или торможением пассивных сплошных дисков;
- показатели крошения почвенных комков, в частности за счет притормаживания игольчатых дисков [11];
- обеспечение максимума движущей силы рабочими органами-двигателями при минимуме мощности на их поступательное и вращательное движение.

Поискна основе теории прочности Кулона — Мора новых, нетрадиционных физических процессов для деформации и разрушения межагрегатных связей в почве, для снижения энергоемкости обработки почвы, показал необходимость комбинации разнонаправленных деформаций сжатия и растяжения [5, 12].

Профессор В.И. Ветохин установил эффект саморегулирования формы почвообрабатывающего рабочего органа в системе «рабочий орган — пахотный слой почвы», механизм самоадаптации системы с образованием промежуточного тела из уплотненной почвы, выполняющего функции динамически изменяющейся части рабочего органа и регулятора процесса рыхления почвы [12]. По его мнению, противоречие между рабочим органом с жестким креплением, неизменной формой

рабочего органа как трехмерного геометрического объекта, и динамическим процессом деформации пласта устраняется тем, что рабочий орган и почва образуют систему с вовлечением в формообразование рабочей поверхности орудия части обрабатываемой почвы.

Рабочие органы, кривизна поверхности которых уменьшается от переднего к заднему обрезу, позволяют преобразовать сжатие почвы в деформации сдвига с растяжением. Процесс сопровождается снижением энергозатрат при разуплотнении почвы, так как прочность на растяжение меньше, чем на сжатие. Кротователь с жесткими лучами имеет такую форму (рис. 2, а) [5].

Поиск путей снижения детерминизма скоростей при одноканальном расходе мощности двигателя привел к необходимости замены кротователя жесткой конструкции на коническую пружину сложной формы, которая крепится к дрениру щелереза на подпружиненной тяге [5]. Кроме реализации вышеназванных преимуществ, пружинный кротователь способствует релаксации сжатого пласта, растяжению во времени процесса вступления в работу элементов комбинированного рабочего органа-механизма.

Комбинированный почвообрабатывающий рабочий орган-механизм (КПОРОМ), представленный на рисунке 2, d, функционально разделен на две части: ще-

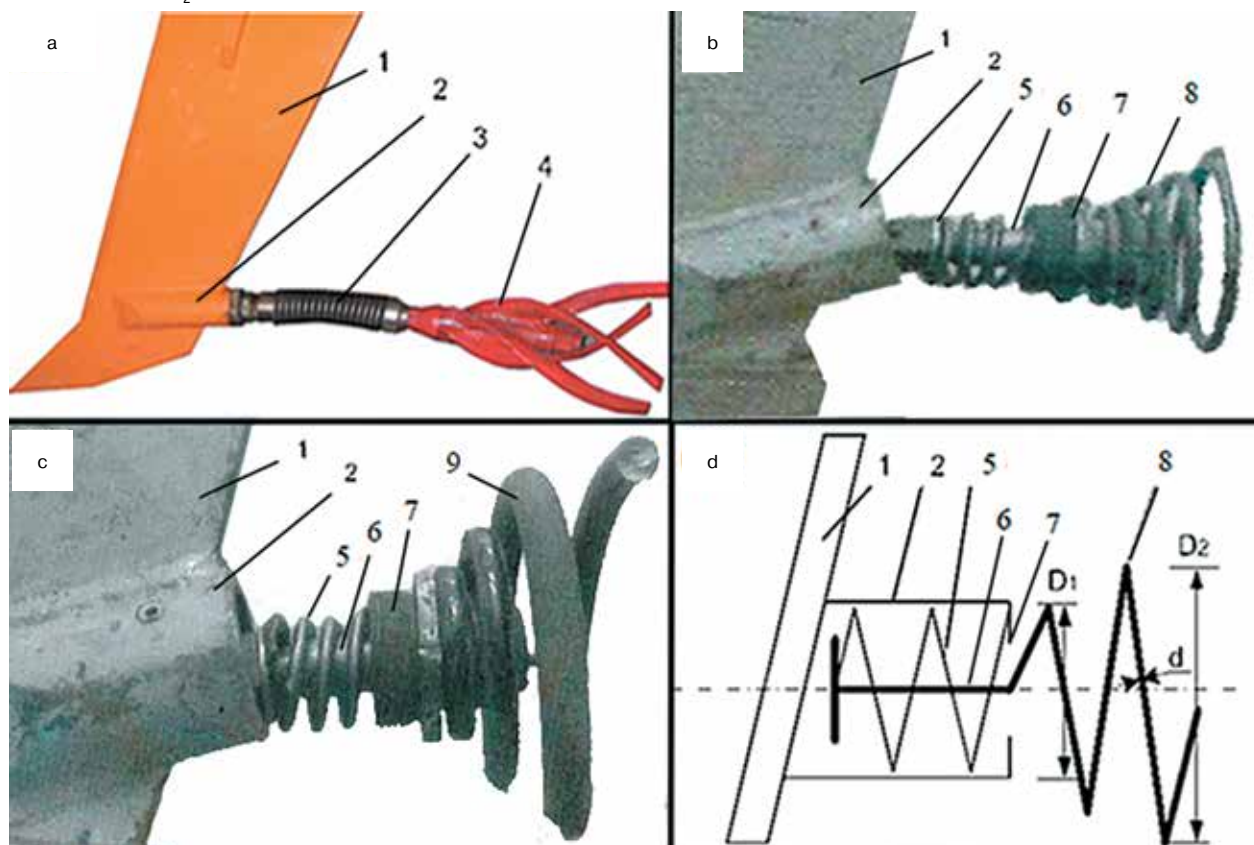
лерезный нож 1 с дрениром 2 и рыхлитель 4 с пятью степенями свободы на упругой тяге 3, с возможностью самоприспосабливаться к неоднородностям почвы, обеспечивающий рыхление стенки кротовины для увеличения инфильтрации. При этом условия резания каждым последующим витком различные, и они непрерывно изменяются.

Особенностью рабочих органов, представленных на рис. 2, b и 2, c, является периодическая релаксация напряжений, сформированных в почве рабочей поверхностью щелереза за счет изменения длины кротователя и пружины в тяговой опоре в зависимости от изменения продольной твердости почвы, ее плотности, изменения реальной скорости ножа-щелереза.

Щелерезный нож движется со скоростью рамы, а пружинный кротователь может отклоняться от этой скорости как по направлению, так и по величине. Эти свойства КПОРОМ способствуют формированию рационального поля скоростей деформатора, автоматическому изменению скорости, продолжительности и периодичности фаз сжатия и релаксации. При этом толщина и длина стружки, отрезаемой со стенок кротовины, изменяются автоматически. Стружка отваливается в направлении открытой поверхности кротовины — к ее центру. Кротователь будет отклоняться в ту область пласта, где встречает наименьшее сопротивление. В результате

Рис. 2. Комбинированный почвообрабатывающий рабочий орган-механизм: а — нож-щелерез с дрениром и рыхлителем жесткой конструкции; б — нож-щелерез с дрениром и конической пружиной из проволоки постоянного диаметра; с — нож-щелерез с дрениром и конической пружиной из проволоки увеличивающегося диаметра; d — схема пружинного кротователя; 1 — нож-щелерез, 2 — дренир (тяговая опора), 3 — упругий элемент, 4 — рыхлитель лучевой жесткой конструкции, 5 — пружина, 6 — тяга, 7 — опорная гайка, 8 — коническая пружина из проволоки постоянного диаметра, 9 — коническая пружина из проволоки увеличивающегося диаметра, D_1 — диаметр основания, D_2 — диаметр конечного витка, d — диаметр проволоки

Fig. 2. Combined tillage working organ-mechanism: a — a knife-cutter with a drainer and a ripper of rigid construction; b — a knife-cutter with a drainer and a conical spring made of wire of constant diameter; c — a knife-cutter with a drainer and a conical spring made of wire of increasing diameter; d — a diagram of a spring mole; 1 — knife-cutter, 2 — drainer (traction support), 3 — elastic element, 4 — ripper of a beam rigid structure, 5 — spring, 6 — rod, 7 — support nut, 8 — conical spring made of wire of constant diameter, 9 — conical spring made of wire of increasing diameter, D_1 — diameter of the base, D_2 — diameter of the final turn, d — diameter of the wire



формируется рациональное поле скоростей, создаются условия для реализации эффекта Баушингера одновременно в перпендикулярных направлениях.

Происходит изменение тягового сопротивления рабочего органа за счет адаптации как величины диаметров витков, так и углов атаки, резания, рыхления. Количественными показателями степени адаптации КПОРОМ являются скорость изменения угла подъема конической винтовой линии с переменным радиальным и осевым шагом, диаметров витков, длины кротователя [5]. Их величина зависит от вида упругой характеристики системы, состоящей из пружины 5 в тяговой опоре 2 и кротователя в виде пружины 8 и 9 с постоянным (рис. 2, б)) или нарастающим (рис. 2, с) диаметром d заготовки, из которой изготовлен кротователь.

Для выявления качественной картины процесса взаимодействия кротователя с почвенным пластом проведем кинематический анализ работы КПОРОМ. Движение подпружиненного кротователя разделим на этапы (фазы):

— первый этап — равномерное движение кротователя с щелерезным ножом (рис. 3, а);

— второй этап наступает при движении через переуплотненную полосу почвы; при этом нож продолжает движение со скоростью трактора, а движение центра масс кротователя прекращается, кротователь вытягивается, диаметры витков уменьшаются, потенциальная энергия системы возрастает за счет растяжения пружинного кротователя и сжатия пружины в тяговой опоре (рис. 3, в);

— третий этап — движение составляющих комбинированного рабочего органа-механизма после преодоления кротователем полосы переуплотнения; щелерезный нож продолжает движение, центр масс кротователя движется ускоренно, длина кротователя сокращается, сжатая пружина в опоре выпрямляется; кротователь «догоняет» нож;

— четвертый этап — дальнейшее равномерное движение кротователя совместно с щелерезным ножом, пружина в тяговой опоре находится в устоявшемся режиме некоторого сжатия (рис. 3, б).

Допустим, при некотором моменте времени $t \neq 0$ положение центра масс кротователя из-за перепада продольной твердости почвы изменяется на величину $l_1 - l_2 = x - v \cdot t$, в результате сила упругости $F(t)$ снижается. Ее представим выражением

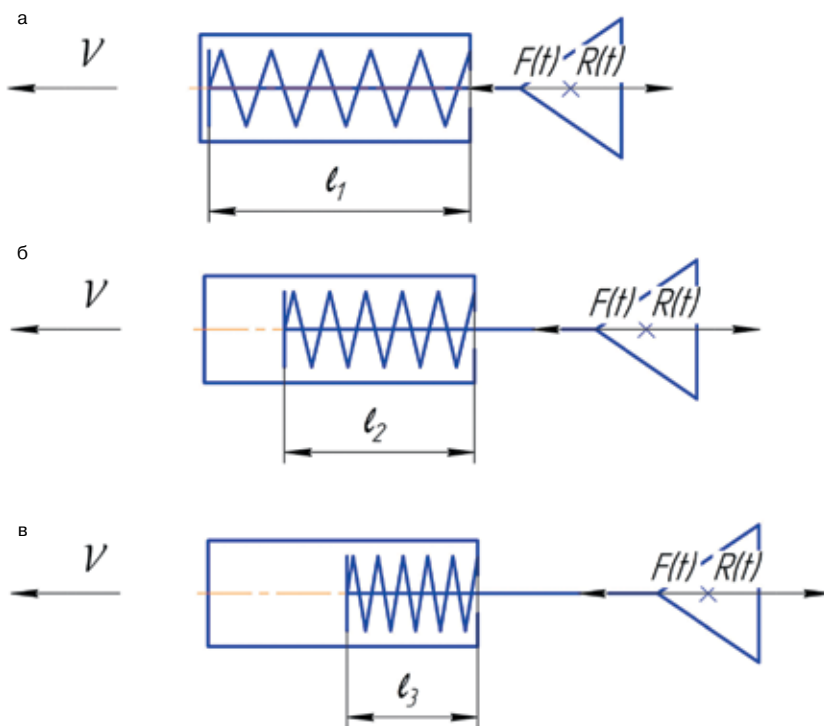
$$F(t) = R_1 - (x - v \cdot t) \cdot c \quad (1)$$

Дифференциальное уравнение движения центра масс кротователя:

$$\ddot{x} + \frac{c}{m} \cdot x = \frac{c}{m} \cdot v_0 \cdot t + \frac{R_1 - R_2}{m} \quad (2)$$

Рис. 3. Схема работы подпружиненного кротователя: а — $l = l_1$, когда $R(t) = 0$; б — $l = l_2 < l_1$ при $0 \geq R(t) \geq R(t)_{\max}$; в — $l = l_3 < l_2$ при $R(t) = R(t)_{\max}$; V — скорость движения рамы; $R(t)$ — сила сопротивления почвы; $F(t)$ — сила упругости

Fig. 3. Operation diagram of a spring-loaded mole: а — $l = l_1$ when $R(t) = 0$; б — $l = l_2 < l_1$ upon $0 \geq R(t) \geq R(t)_{\max}$; в — $l = l_3 < l_2$ upon $R(t) = R(t)_{\max}$; V — frame movement speed; $R(t)$ — soil resistance strength; $F(t)$ — the strength of elasticity



Скорость центра масс кротователя будет изменяться по закону:

$$x = v_0 - v_0 \cdot \cos kt + \frac{R_1 - R_2}{c} \cdot k \cdot \sin kt, \quad (3)$$

где R_1 — сила сопротивления движению кротователя на втором этапе, R_2 — сила сопротивления при его установившемся движении; c — приведенная жесткость системы; $k^2 = c/m$ — собственная частота колебаний системы; m — приведенная масса рабочего органа и почвы, участвующая в движении.

Обозначим через a безразмерный параметр

$$a = \frac{k \cdot (R_1 - R_2)}{c \cdot v_0} \quad (4)$$

Условие остановки центра масс кротователя в момент времени t_1 представим зависимостью:

$$a \cdot \sin kt_1 = \cos kt_1 - 1 \quad (5)$$

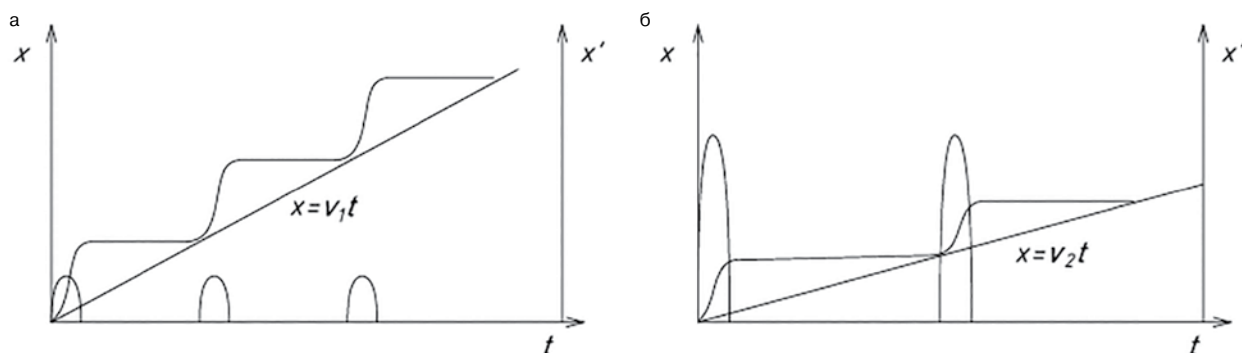
После преобразований получим выражения для определения величины промежутка t_1 :

$$\sin kt_1 = -\frac{2a}{1-a^2} \quad \text{и} \quad \cos kt_1 = \frac{1-a^2}{1+a^2} \quad (6)$$

Продолжительность относительной неподвижности центра масс пружинного кротователя на втором этапе:

$$t_2 = \frac{2 \cdot (R_1 - R_2)}{c \cdot v_0} = \frac{2a}{k} \quad (7)$$

Рис. 4. Графики изменения пути x и скорости центра масс кротователя x' при различной скорости перемещения черенкового ножа, $v_1 > v_2$
Fig. 4. Graphs of changes in the path x and velocity of the center of mass of the mole x' at different speeds of movement of the cutting knife, $v_1 > v_2$



Перемещение рамы орудия за период T составит

$$x_1 = v_0 \cdot (t_1 + t_2) = T \cdot v_0. \quad (8)$$

Время t_1 приближенно определим из системы уравнений (6):

$$t_1 \approx \pi/k. \quad (9)$$

Период T автоколебаний приблизительно составит

$$T \approx (\pi + 2a)/k. \quad (10)$$

При уменьшении скорости установившегося движения v_0 возрастает период T , а также скорость центра масс кротователя на третьем этапе (рис. 4). На рис. 4, а и 4, б путь щелерезного ножа x представлен лучами из начала координат; скорости x' центра масс кротователя представлены параболлами, а ступенчатые кривые представляют изменение суммарной скорости кротователя. При увеличении скорости v_0 длительность остановок уменьшается (рис. 4, б), движение приобретает более равномерный характер. Следовательно, самоприспособляемость кротователя более выражена на участках поля со значительной изменчивостью продольной твердости пахотного слоя.

Для начальных условий, когда время, перемещение и скорость равны нулю, ускорение максимальное и равно:

$$\ddot{x} = \frac{R_2 \cdot (\eta - 1)}{c} \cdot k^2 \quad (11)$$

Таким образом, при условии $\frac{k^2}{c} = \frac{1}{m}$ имеем:

$$\ddot{x}_{MAX} = \frac{R_2 \cdot (\eta - 1)}{m} \quad (12)$$

Следовательно, на импульс силы влияют масса кротователя, жесткость витков пружины, частота собственных колебаний, перепад сопротивления рабочего органа, обусловленный реологическими характеристиками почвы и изменчивостью ее продольной твердости. Наибольший импульс будет соответствовать состоянию предельно сжатой пружины в опоре и максимально растянутого пружинного кротователя.

Анализ показал, что изменение продолжительности фаз сжатия и релаксации происходит автоматически. Повторное через небольшой промежуток времени воздействие на прилежащий объем пласта смежными витками кротователя приводит к сложению деформаций в соответствии теорией наследственной ползучести

Больцмана — Вольтера [5], увеличению эффективности рыхления, формированию микротрещин в нем.

Сочетание изменяющихся жесткостей пружины в опоре c_1' и витков кротователя c_2' , массы m , зависящей от текущих диаметров витка и заготовки, способствует достижению непрерывно изменяющейся собственной частоты k , расширяя возможности самоприспособляемости рабочего органа-механизма:

$$k^2 = \frac{c_1' \cdot c_2'}{(c_1' + c_2') \cdot m} \quad (13)$$

На рис. 5 представлены варианты упругих характеристик — изменения деформации h упругого элемента от приложенной нагрузки Q . Статический ход упругой характеристики должен соответствовать установившемуся характеру движения рабочего органа, динамический ход — отражать пределы самоприспособляемости к изменяющейся нагрузке, а полный ход — формировать нагрузку для прочностного расчета. Кроме этого, можно судить о возможности перевода рабочего органа в транспортное положение путем вытягивания подпружиненной тяги 6 в дреноер 2 (рис. 2, д).

Анализ характеристик позволяет утверждать:

- линейная упругая характеристика (кривая 1, рис. 5) сужает свойства самоприспособляемости рабочего органа при изменении продольной твердости почвы и скорости в широких пределах;

- малая жесткость c_2' витков пружинного кротователя приводит к увеличению полного хода, при которой кротователь растянется до величины, ограниченной прочностью заготовки, и наружный диаметр витков приближается к диаметру дреноера, что не способствует нарезанию кротовин необходимого размера. При малой жесткости пружин в опоре c_1' и ограниченном ходе тяги не гарантируется «вытягивание» кротователя для перевода его в транспортное положение. При ниспадающей упругой характеристике (кривая 3, рис. 5) возможны импульсы силы — удары тяги по заглушке корпуса дреноера;

- применение прогрессивно возрастающей упругой характеристики (кривая 2, рис. 5) может ограничивать пределы самоприспособляемости кротователя по диаметру витков при прохождении им существенно переуплотненной полосы, например полевой дороги.

Таким образом, при ограниченном полном ходе тяги в опоре стремление уменьшить жесткость упругой системы с целью большей приспособляемости комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа вступает в противоречие с необходимостью иметь достаточную жесткость для самоприспособляемости.

При обработке КПОРОМ почв, характеризующихся большим перепадом продольной твердости и существенным изменением динамической вязкости пахотного слоя, необходима высокая потенциальная энергия упругой системы в тяговой опоре. Жесткая «подвеска» может привести к увеличению сил сопротивления на кротователь, ее пиковые значения не будут «сглажены», стартовое сопротивление будет велико, не будет достаточного пути на разгон «мертвых» масс агрегата с такими рабочими органами. При мягкой «подвеске» возрастает вероятность «пробоя», увеличивается число ударов тяги в крышку дрена, встроенного в щелерезный нож. Необходима комбинированная упругая характеристика с прогрессивным уменьшением упругости на начальном этапе для перевода пружинного кротователя в транспортное положение. Плавное нарастание ее жесткости в средней части хода обеспечивает самоприспособливание в условиях мало изменяющейся продольной твердости почвы. Прогрессивное возрастание в конце полного хода обеспечивает безопасное преодоление чрезмерно уплотненных участков почвы.

Экспериментальные исследования макетного образца комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа-механизма в составе щелерезного ножа и пружинного кротователя проведены в почвенном канале института механики и энергетики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева [5]. Пружинный кротователь, параметры которого установлены методом многокритериальной оптимизации, имеет диаметр начального витка $D_1 = 0,045$ м, конечного витка $D_2 = 0,25$ м, изготовлен из прутка диаметром $d = 0,009$ м (рис. 2) [13]. В качестве контрольного рабочего органа использован четырехлучевой кротователь с жесткими лучами от подпокровного рыхлителя РП-2,4 (рис. 2, а). Диаметр основания лучевого кротователя также равен 0,25 м. Испытания проводились при скорости движения тяговой станции 0,29 м/с и глубине хода кротователя, равной 0,25 м.

Изменение тягового сопротивления щелерезного ножа с пружинным кротователем и с четырехлучевым рыхлителем на этапах вступления в работу и установившегося движения представлено на рис. 6. Установлено, что на обоих этапах изменение тягового сопротивления ножа с конической пружиной имеет колебательный характер.

По величине и характеру изменения графики имеют несущественные отличия. Тем не менее, суммарная работа прохода щелерезного ножа с пружинным кротователем, представленная площадью под графиком изменения тягового сопротивления, меньше, чем аналогичный показатель кротователя с жесткими лучами рыхлителя РП-2,4.

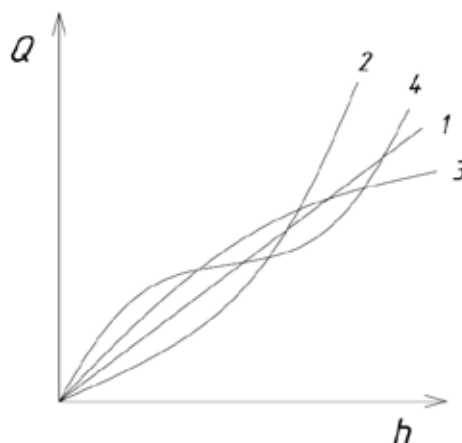
Выводы

Показана необходимость и возможность снижения детерминизма скоростей составляющих почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов: трактора, рамы орудия, исполнительных рабочих органов.

Предложен предварительный перечень оценочных показателей детерминизма скоростей состав-

Рис. 5. Упругие характеристики: 1 — линейная; 2 — прогрессивно возрастающая; 3 — прогрессивно снижающаяся; 4 — комбинированная

Fig. 5. Elastic characteristics: 1 — linear; 2 — progressively increasing; 3 — progressively decreasing, 4 — combined



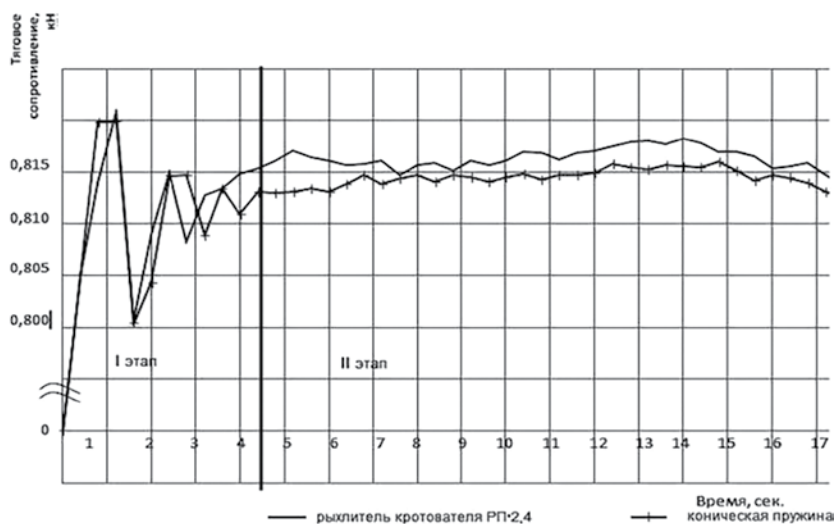
ляющих почвообрабатывающих машинно-тракторных агрегатов.

Результаты кинематического анализа комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа-механизма в составе щелерезного ножа и пружинного кротователя показали, что имеют место переменные периодичность и продолжительность фаз сжатия и релаксации почвы, обеспечивается автоматическое поддержание необходимой степени детерминизма скоростей с учетом изменчивости продольной твердости почвы.

Испытания в почвенном канале макетных образцов комбинированных почвообрабатывающих рабочих органов-механизмов, самоприспособляющихся к изменяющейся продольной твердости почвенного пласта, подтвердили автоколебательный характер изменения тягового сопротивления, снижение энергоемкости процесса щелевания с одновременным кротованием.

Рис. 6. Графики изменения тягового сопротивления комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа-механизма в составе щелерезного ножа, пружинного кротователя и рыхлителя подпокровного кротователя РП-2,4

Fig. 6. Graphs of the change in the traction resistance of the combined tillage working organ-mechanism consisting of a cutting knife, a spring mole and a ripper of a subsurface mole RP-2.4



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кушнарев А., Кравчук В., Кушнарев С., Дюжаев В. Мониторинг плотности почвы пахотного горизонта в системе точного (управляемого) земледелия. *Техніка и технології в АПК*. 2010; 9(12): 12–16.
2. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в 3 т. Изд. 2-е. Москва: Колос, 1968. 720 с.
3. Чаткин М.Н. Кинематика и динамика ротационных почвообрабатывающих рабочих органов с винтовыми элементами. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. 316 с.
4. Макаров В.С. Совершенствование механического привода рабочих органов и движителей машинных агрегатов сельскохозяйственного назначения. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. 2007. 238 с.
5. Казаков Ю.Ф. Почвообрабатывающие рабочие органы – механизмы. Чебоксары: Чувашский госуниверситет, 2020. 164 с.
6. Valiev A, Mukhametshin I, Muhamadyarov F, et al. Theoretical substantiation of parameters of rotary subsoil loosener. *Engineering for Rural Development. 18th international scientific conference*. Jelgava. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2019; 312–318.
7. Yarullin F, Valiev A, Muhamadyarov F, et al. Determination of energy characteristics of conical rotary working tool for tillage. *Engineering for rural development. 19th international scientific conference*. Jelgava. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2020; 1069–1075.
8. Haghighi K, Srivastava AK, Steffe JF. The Rheological Approach to Soil Modeling. *TRANSACTIONS of the ASAE*. 1987; 30(6); 1661–1672.
9. Пархоменко Г.Г. Принцип разработки технологического процесса обработки почвы в засушливых условиях юга России. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*, 2018; 6: 32 – 39.
10. Климанов А.В., Савельев А.Ю., Мокрицкий С.М. Некоторые результаты оценки качества работы следорыхлителя тракторов класса 1,4...3,0. *Совершенствование конструкции и технологии использования сельскохозяйственной техники: Сб. трудов Самарской ГСХА*. 1999; 84–89.
11. Smirnov M., Smirnov P., Alexeev E., et al. Influence of soil-protective technologies on the characteristics of the soils of hop plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2019. C. 012018.
12. Ветохин В.И., Беловед А.И., Прилепо Н.В., Алтыбаев А.Н. Регулирование и саморегулирование процессов в почвообработке. *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции*. Белорусский государственный агротехнический университет. 2019; 2(1): 40–41.
13. Константинов Ю.В. Многокритериальная оптимизация параметров пружины конического рыхлителя. *Теория и практика современной аграрной науки. Сборник национальной (Всероссийской) научной конференции*. Новосибирский государственный аграрный университет. 2018; 191–193.

ОБ АВТОРАХ:

Казаков Юрий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, e-mail: ura.kazakov@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3189-3759

Медведев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, e-mail: mvi1928@mail.ru

Павлов Владимир Степанович, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, e-mail: pvstolikovo@mail.ru

Пыркин Алексей Владиславович, аспирант кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, e-mail: pyrkin.alexey@yandex.ru

REFERENCES

1. Kushnarev A., Kravchuk V., Kushnarev S., Dyuzhaev V. Monitoring the density of the soil arable layer in the system is accurate (controlled) agriculture. *Tekhnika i tekhnologii v APK*. 2010; 9(12):12–16. (In Russ.)
2. Goryachkin VP. Collected works: in 3 vols. 2nd ed. Moscow: Kolos, 1968. 720 p. (In Russ.)
3. Chatkin MN. Kinematics and dynamics of rotary tillage working bodies with screw elements. Saransk: *Izd-vo Mordov. un-ta*, 2008. 316 p. (In Russ.)
4. Makarov VS. Improvement of mechanical drive of working bodies and movers of machine units for agricultural purposes. Cheboksary: *Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya*. 2007. 238 p. (In Russ.)
5. Kazakov YuF. Tillage working bodies – mechanisms Cheboksary: *Chuvashskij gosuniversitet*, 2020. 164 p. (In Russ.)
6. Valiev A, Mukhametshin I, Muhamadyarov F, et al. Theoretical substantiation of parameters of rotary subsoil loosener. *Engineering for Rural Development. 18th international scientific conference*. Jelgava. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2019; 312–318.
7. Yarullin F, Valiev A, Muhamadyarov F, et al. Determination of energy characteristics of conical rotary working tool for tillage. *Engineering for rural development. 19th international scientific conference*. Jelgava. Latvia University of Life Sciences and Technologies. 2020; 1069–1075.
8. Haghighi K, Srivastava AK, Steffe JF. The Rheological Approach to Soil Modeling. *TRANSACTIONS of the ASAE*. 1987; 30(6); 1661–1672.
9. Parxomenko G.G. Principle of development of technological process of soil treatment in arid conditions of the South of Russia. *Traktory i sel'xozmashiny*. 2018; 6: 32 – 39. (In Russ.)
10. Klimanov A.V., Savel'ev A.Yu, Mokriczkij S.M. Some results of the evaluation of the quality of the work of the tractor follower of class 1.4...3.0. *Sovershenstvovanie konstrukcii i tekhnologii ispol'zovaniya sel'skoxozyajstvennoj tekhniki: Sb. trudov Samarskoj GSXA* 1999; 84–89. (In Russ.)
11. Smirnov M., Smirnov P., Alexeev E., et al. Influence of soil-protective technologies on the characteristics of the soils of hop plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2019. C. 012018.
12. Vetoxin V.I., Beloved A.I., Prilepo N.V., Alty'baev A.N. Regulation and self-regulation of processes in tillage. *Tekhnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovacionny'x tekhnologij v sel'skom xozyajstve: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Belorusskij gosudarstvenny'j agrotekhnicheskij universitet*. 2019; 2(1): 40 – 41. (In Russ.)
13. Konstatinov Yu.V. Multi-criteria optimization of the parameters of the spring of the conical ripper. *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki. Cbornik nacional'noj (Vserossijskoj) nauchnoj konferencii. Novosibirskij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet*. 2018; 191 – 193. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Kazakov Yuri Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: ura.kazakov@mail.ru orcid.org/0000-0002-3189-3759

Medvedev Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: mvi1928@mail.ru

Pavlov Vladimir Stepanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: pvstolikovo@mail.ru

Pyrkin Alexey Vladislavovich, graduate student, e-mail: pyrkin.alexey@yandex.ru

УДК 637.5.034

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-112-116>

исследования/ research

Кенийз Н.В.¹,
Нестеренко А.А.¹,
Лысенко Ю.А.¹,
Ребезов М.Б.^{2,3}

¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

³ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: nesterenko-aa@mail.ru

Ключевые слова: стартовые культуры, мясо птицы, модельный фарш, сырокопченые изделия

Для цитирования: Кенийз Н.В., Нестеренко А.А., Лысенко Ю.А., Ребезов М.Б. Апробация разработанной стартовой культуры на основе *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus* для сырокопченых колбас из мяса птицы. Аграрная наука. 2022; 360 (6): 112–116.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-112-116>

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. Kenyz¹,
Anton A. Nesterenko¹,
Yury A. Lysenko¹,
Maksim B. Rebezov^{2,3}

¹ Kuban State Agrarian University Named after I.T. Trubilin, Kalininst., 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

² Ural State Agricultural University, Karl Liebknecht st., 42, Yekaterinburg, 620075, Russian Federation

³ Federal Research Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov, 109316, Moscow, Russian Federation
E-mail: nesterenko-aa@mail.ru

Key words: starter cultures, poultry meat, model minced meat, raw smoked products

For citation: Kenyz N.V., Nesterenko A.A., Lysenko Yu.A., Rebezov M.B. Approbation of the developed starter culture based on *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus curvatus* for raw smoked poultry sausages. Agrarian Science. 2022; 360 (6): 112–116. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-112-116>

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.

Апробация разработанной стартовой культуры на основе *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus* для сырокопченых колбас из мяса птицы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Увеличение производства сельскохозяйственной птицы привело не только к ее селекционным изменениям, но и к активному изменению рациона питания и режимов выращивания. Эти изменения направлены на получение быстрорастущей птицы с максимальным привесом. Дополнительно эти изменения привели к росту случаев получения мясного сырья с пороками созревания, которые негативно сказываются при производстве колбасных изделий, в особенности сырокопченной группы.

Методы. Исследования проводились в лабораториях факультета перерабатывающих технологий Кубанского государственного аграрного университета. Апробация технологии проведена в учебно-научно-производственном комплексе «Агробiotехпереработка». Объектом исследования является стартовая культура, представленная штаммами *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus*. В ходе промышленной апробации для сравнительного анализа была взята стартовая культура «Bactoferm F-SC-111». Анализ влагосвязывающей, влагоудерживающей способности, pH, массовые измерения проводились стандартным методом.

Результаты. Проведены исследования по изменению величины pH модельного фарша из мяса птицы отдельно штаммами *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus*. Выявлено активное снижение pH фарша с 6 до 5,1 за 12 часов выдержки при температуре 22°C. В результате смещения pH в кислую сторону наблюдается снижение влагосвязывающей и влагоудерживающей способности модельного фарша. В ходе проведения апробации контролировались уровень pH, количество молочной кислоты, массовая доля влаги в батонах на протяжении всего технологического цикла. Выявлена положительная динамика снижения pH и накопления молочной кислоты в колбасных батонах. Процесс сушки колбасных изделий составил 15 суток для контрольной партии и 16 — для опытной.

Approbation of the developed starter culture based on *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus curvatus* for raw smoked poultry sausages

ABSTRACT

Relevance. The increase in the production of poultry has led not only to its selection changes, but also to an active change in the diet and growing regimes. These changes are aimed at obtaining fast-growing birds with maximum weight gain. Additionally, these changes have led to an increase in cases of obtaining meat raw materials with ripening defects, which negatively affect the production of sausages, especially the raw-smoked group.

Methods. The research was carried out in the laboratories of the Faculty of Processing Technologies of the Kuban State Agrarian University. Approbation of the technology was carried out in the educational-scientific-industrial complex "Agrobiotechpererabotka". The object of the study is a starter culture represented by strains of *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus curvatus*. In the course of industrial approbation, the starter culture "Bactoferm F-SC-111" was taken for comparative analysis. Analysis of moisture-binding, water-holding capacity, pH, mass measurements were carried out by the standard method.

Results. Studies have been carried out on the change in the pH value of model minced poultry meat separately by strains of *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus curvatus*. An active decrease in minced meat pH from 6 to 5.1 was revealed after 12 hours of exposure at a temperature of 22°C. As a result of the pH shift to the acidic side, there is a decrease in the moisture-binding and water-holding capacity of the model minced meat. During the testing, the pH level, the amount of lactic acid, the mass fraction of moisture in the loaves were monitored throughout the entire technological cycle. Positive dynamics of pH decrease and lactic acid accumulation in sausage sticks was revealed. The drying process of sausages was 15 days for the control batch and 16 days for the experimental batch.

Поступила в редакцию: 17 мая 2022
Одобрена после рецензирования: 29 мая 2022
Принята к публикации: 17 июня 2022

Received: 17 may 2022
Accepted in revised form: 29 may 2022
Accepted for publication: 17 june 2022

Данные Росстата свидетельствуют о положительной динамике производства и переработки мясного сырья. Несмотря на неблагоприятную эпизоотическую обстановку в 2021 году и перенесенную пандемию COVID-19, рост производства и переработки мясной продукции сохранился. Традиционно наибольшие темпы роста переработки сохраняются у мяса птицы.

Наращивание темпов производства при сохранении основных производственных площадей влечет за собой ряд изменений в птицеводстве [1, 2]. Эти изменения потребовали больших усилий и интенсивной генетической селекции со стороны производителей и заводчиков, чтобы добиться повышенной скорости роста, связанной с лучшим выходом грудной мышцы и лучшей эффективностью питания. В результате сельскохозяйственной птицы, которая выращивается в настоящее время, требуется в два раза меньше времени, чтобы вырасти, и она демонстрирует вдвое большую массу тела по сравнению с птицей предыдущих шести десятилетий [3, 4]. В результате такой интенсификации производства получаемая птица в большей степени подвержена стрессу и, как следствие, обладает нестабильным качеством мясного сырья [5, 6].

Существует множество предубойных факторов, определяющих качество мяса; среди них: стресс, вызванный факторами внешней среды (температура, влажность воздуха, тепловое излучение и движение воздуха), условиями содержания животных, режимом голодания и водным ограничением, грубым обращением при погрузке и выгрузке птицы, условиями транспортировки; количество отдыха и время года. Кроме того, необходимо учитывать условия убоя и послеубойную обработку. Эти факторы вызывают физико-химические изменения внутри мышцы, что приводит к изменению цвета, pH и функциональных свойств [3, 4]. В результате все больше и больше появляется мясного сырья с пороками созревания, такими как PSE и DFD. В зависимости от анатомического расположения мышечной ткани, значение pH мяса отличается. Грудные мышцы птицы имеют более кислую среду (в пределах pH 5,6–5,8) по отношению к мясу бедра (pH 6,2–6,4). Смещение pH модельного фарша при производстве колбасных изделий влечет за собой изменения его функционально-технологических свойств и возможное появление технологического брака готовой продукции.

При производстве сырокопченых колбасных изделий большое внимание уделяется стартовым культурам микроорганизмов [7–10]. Они позволяют ускорить процесс ферментации колбасных изделий [11–14]. В ходе ферментации стартовые культуры вырабатывают протеолитические ферменты, способствующие размягчению мышечной и коллагеновой ткани [15–19]. Накопление молочной кислоты снижает общую pH колбас и предотвращает развитие нежелательной микрофлоры. Достижение pH изоэлектрической точки, которая находится в пределах 4,8–5,2, активизирует внутриклеточные ферменты (катепсин), при этом снижается влагосвязывающая способность (ВСС) белков мяса. Это позволяет ускорить один из основных технологических процессов — сушку.

Ферментативные процессы являются основой для создания аромата, вкуса и консистенции колбасных изделий [20–23]. Под воздействием ферментов происходит накопление свободных аминокислот. Наиболее активное накопление свободных аминокислот происходит во время созревания и на первых этапах сушки колбасных изделий. При совокупности технологических

операций, действия ферментов и стартовых культур, формируются органолептические показатели качества готовой продукции. В связи с этим очень важным является правильный выбор стартовой культуры.

Цель работы: провести апробацию стартовой культуры, в состав которой входят *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus*.

Методы и материалы

Исследования были проведены в лабораториях факультета перерабатывающих технологий Кубанского государственного аграрного университета. Апробация технологии проведена в учебно-научно-производственном комплексе «Агробиотехпереработка» Кубанского ГАУ.

Статистическая обработка проводилась методом статистического анализа с использованием критерия достоверности Стьюдента, полученные результаты считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Для сравнительного анализа была взята стартовая культура «Bactoferm F-SC-111» (контроль) и разработанная стартовая культура, содержащая культуры *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus curvatus* (опыт).

ВСС определяли методом Грау — Хамма. Липкость определялась методом Соколова — Большакова [24].

Влагоудерживающая способность (ВУС) фарша определялась как разность между массовой долей влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в ходе термической обработки [24].

Определение pH проводилось на потенциометре pH-340 по ГОСТ Р 51478-99 [24]. Величину pH растворов гидролизатов определяли потенциометрическим методом на универсальном ионометре pH-150M.

Массовые изменения определяли при помощи взвешивания на весах и в соотношении в % к массе исходного сырья [24].

Для проведения исследований был подготовлен модельный фарш, состоящий из «белого» и «красного» мяса птицы в равных пропорциях. Мясное сырье измельчали на мясорубке с диаметром отверстий в решетке $d = 3$ мм. При разделке тушек бройлеров удалялась кожа.

Результаты исследования

В качестве результатов предварительных исследований по разработки стартовой культуры мы приведем основные два показателя — pH и ВСС модельного фарша. Основные показатели, по которым судят о качестве работы стартовых культур, — это изменение функционально-технологических и физико-химических показателей мясного сырья. Предварительные результаты исследования по выбору оптимального соотношения монокультур для создания опытной стартовой культуры свидетельствуют о быстром снижении pH модельного фарша при добавлении опытной стартовой культуры. Опыт проводили при выдержке фарша при температуре 22°C в течении 12 ч. В ходе опыта контролировали величину pH каждые 2 часа. Результаты исследования представлены на рис. 1.

Как видно из приведенных данных, наблюдается активное снижение pH в обеих монокультурах. В начале и в конце опыта мы провели исследования ВСС модельного фарша. Результаты исследования представлены на рис. 2.

Как видно из приведенных данных, ВСС модельного фарша в конце опыта существенно отличается от результатов после 12-часовой выдержки фарша. В ре-

Рис. 1. Значение pH при выдержки модельного фарша

Fig. 1. The pH value during aging of the model minced meat

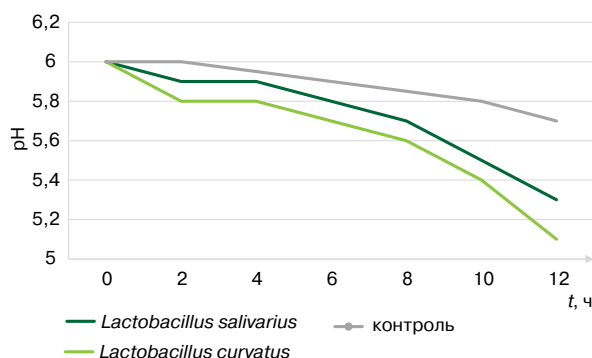


Рис. 2. Изменение ВСС модельного фарша, %

Fig. 2. Change in moisture binding capacity of model minced meat, %

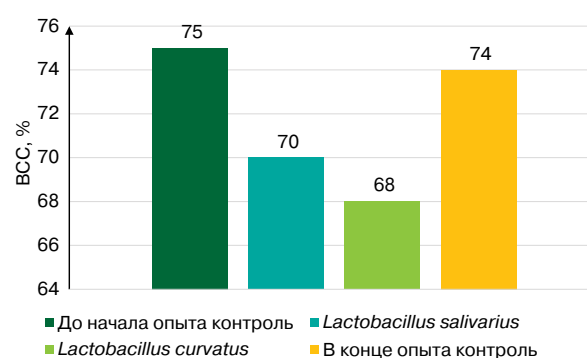


Рис. 3. Фотографии апробации в УНПК «Агробиотехпереработка»: а — измельчение мясного сырья; б — измельченное мясное сырье; в — подготовка к смешиванию фарша

Fig. 3. Photos of approbation in UNPK "Agrobiotechpererabotka": а — grinding meat raw materials; б — chopped meat raw materials; в — preparation for mixing minced meat



Рис. 4. Динамика изменения pH колбас в ходе апробации, ед.

Fig. 4. Dynamics of changes in the pH of sausages during approbation, points

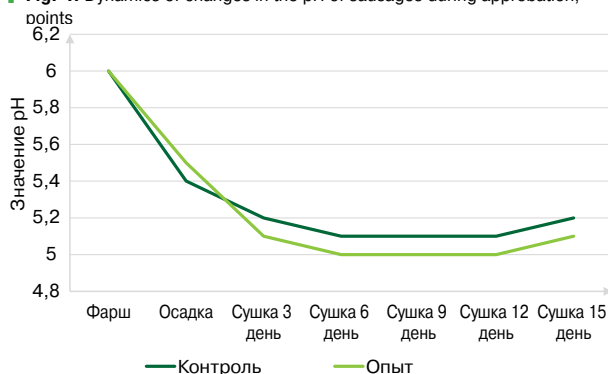
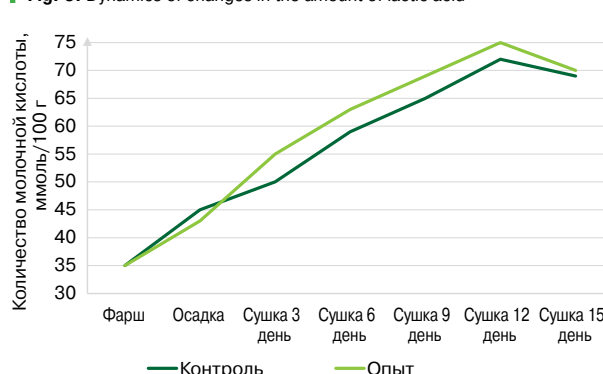


Рис. 5. Динамика изменения количества молочной кислоты

Fig. 5. Dynamics of changes in the amount of lactic acid



зультате развития стартовой микрофлоры, накопления молочной кислоты происходит смещение значений pH к изоэлектрической точке белка. Вследствие этого снижается ВСС белков мяса. Данный показатель является одним из важных в технологии производства сырокопченых колбасных изделий.

В качестве сравнительной стартовой культуры была выбрана «Vastoferm F-SC-111» (контроль). Данная стартовая культура используется при производстве ферментированных колбас по ускоренной технологии. В состав входит: *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus sakei*, носитель (E551), сахароза, сульфат марганца.

Технологический режим производства сырокопченых колбас был взят из ТУ 10.13.14-048-37676459-2017.

Мясное сырье измельчали на мясорубке, смешивали рецептурные компоненты на фаршемешалке. Формовку производили в говяжью череву с диаметром 40 мм.

Осадку производили в течении 4 дней при температуре $3 \pm 1^\circ\text{C}$, влажность воздуха выдерживали $87 \pm 2\%$. Скорость движения воздуха — не выше 0,1 м/с. Копчение производили в течение суток при температуре не выше 22°C . После копчения колбасные батоны направляли на сушку, которая была разделена на две части. Первая сушка: температура в камере $16-18^\circ\text{C}$, влажность не должна превышать 77%, скорость воздуха — не более 0,1 м/с. Продолжительность первой сушки — 10 дней. Вторая сушка: температура 12°C при влажности не более 75%, скорость движения воздуха — не более 0,1 м/с. Сушка на втором этапе осуществляется до достижения 40% влаги в продукте. Фотографии технологического процесса в условиях университета представлены на рис. 3.

В ходе апробации производили контроль основных показателей: количество молочной кислоты, изменение

рН, массовая доля влаги. Изменение рН колбасных изделий представлено на рис. 4.

Результаты контроля количества молочной кислоты в колбасных изделиях представлены на рис. 5.

Динамика изменения рН колбасных изделий в ходе технологических операций коррелирует с полученными предварительными данными по действию стартовых культур на модельный фарш и накоплением молочной кислоты. Контроль и опыт держатся на одном уровне по значению рН и количеству молочной кислоты. Небольшое превышение по молочной кислоте в опыте можно объяснить тем, что в состав опытной стартовой культуры входят два штамма лактобактерий.

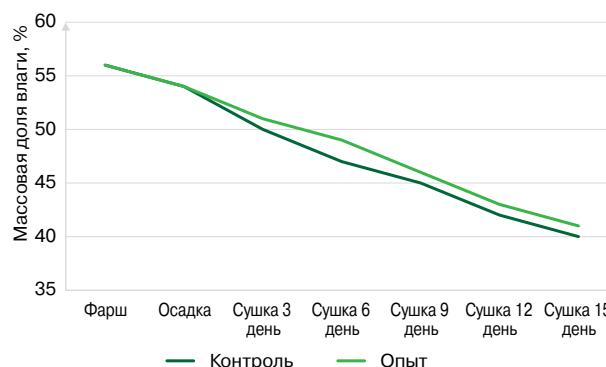
Полученные данные свидетельствуют о плавном снижении количества массовой доли влаги в колбасных изделиях, при этом не допускается появление кольца подсыхания. Контрольная партия достигла заданной влажности в 40% на 15-е сутки сушки, при этом опытная партия достигла 41%.

Выводы

Разработанная стартовая культура, в состав которой входят *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus curvatus*, отвечает основным требованиям, предъявляемым к стартовым культурам для колбасного производства. Используемые штаммы опытной стартовой культуры показали эффективное снижение рН фарша при созревании при температуре 24°C в течение 12 часов. Полученные данные подтверждены в ходе апробации. Сравнительный

Рис. 6. Динамика изменения массовой доли влаги, %

Fig. 6. Dynamics of change in the mass fraction of moisture, %



анализ опытной и контрольной стартовых культур свидетельствует об отсутствии существенных различий по изменению функционально-технологических свойств колбасного фарша. Длительность сушки отличается на один день. Контрольная партия достигла заданных значений влажности на 15-е сутки сушки, а опытная партия колбасных изделий при этом сроке достигла 41% влажности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/80.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фисинин В.И., Буюров В.С., Буюров А.В., Шуметов В.Г. Мясное птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития. Аграрная наука. 2018;(2):30-38.
2. Бобылева Г.А. Направления, определяющие развитие птицеводства на ближайшую перспективу. Птица и птицепродукты. 2017. № 3. С. 22-25.
3. Carvalho L.M. Further evidence for the existence of broiler chicken PFN (pale, firm, non-exudative) and PSE (pale, soft, exudative) meat in brazilian commercial flocks. Food Sci. Technol, Campinas. 2018. 38(4). PP. 704-710.
4. Пенькова Ю. А. Технология производства сырокопченых колбас и пути ее совершенствования. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. №43. С. 88-94.
5. Gorelik O., Harlap S., Derkho M., Dolmatova I., Eliseenkova M. [et al.] Influence of Transport Stress on the Adaptation Potential of Chickens. Ukrainian Journal of Ecology, 2020. 10 (2), 260-263. doi: 10.15421/2020_93
6. Gorelik O., Harlap S., Lopaeva N., Bezharin T., Kosilov V. [et al.] Dynamics of Hematological Indicators of Chickens under Stress-Inducing Influence. Ukrainian Journal of Ecology, 2020, 10 (2), 260-263. doi: 10.15421/2020_94
7. Zinina, O., Merenkova, S., Soloveva, A., Savostina, T., Sayfulmulyukov, E., Lykasova, I., Mizhevnikina, A. The effect of starter cultures on the qualitative indicators of dry fermented sausages made from poultry meat. Agronomy Research, 2018. 16 (5), pp. 2265-2281. doi: 10.15159/AR.18.199
8. Merenkova, S., Zinina, O., Loretz, O., Neverova, O., Sharaviev, P. Effect of transglutaminase and bacterial concentrates on the development of functional and technological properties of minced meat. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2019. 69 (4), pp. 387-396. doi: 10.31883/pjfn/111865
9. Ammor, M.S., Mayo, B. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. Meat Science, 2007, 76 (1), pp. 138-146. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.10.022
10. Aro Aro, J.M., Nyam-Orsor, P., Tsuji, K., Shimada, K.-i., Fukushima, M., Sekikawa, M. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. Food Chemistry. 2010, 119 (1), pp. 279-285. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.06.025
11. El Adab, S., Essid, I., Hassouna, M. Microbiological, biochemical and textural characteristics of a tunisian dry fermented

poultry meat sausage inoculated with selected starter cultures. Journal of Food Safety, 2015. 35 (1), pp. 75-85. <http://www.wiley.com/bw/editors.asp?ref=0149-6085&site=1>. DOI: 10.1111/jfs.12164

12. Essid, I., Hassouna, M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. Food Control. 2013, 32 (2), pp. 707-714. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.02.003

13. Kim Y.J., Park S.Y., Lee H.C., Yoo S.S., Oh S.J., Kim H.S., Chin, K.B. Evaluation of fermented sausages manufactured with reduced-fat and functional starter cultures on physicochemical, functional and flavor characteristics. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 2014. 34 (3), pp. 346-354. DOI: 10.5851/kosfa.2014.34.3.346

14. Nesterenko A.A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, 2014. 4 (7-8), pp. 77-80. EDN: SNIUDR

15. Соловьева А.А. Оценка безопасности ферментированных колбас Пищевая промышленность: методы и технологии, 2015, 38, С. 55-61.

16. Tabanelli, G., Coloretto, F., Chiavari, C., Grazia, L., Lanciotti, R., Gardini, F. Effects of starter cultures and fermentation climate on the properties of two types of typical Italian dry fermented sausages produced under industrial conditions. Food Control, 2012, 26 (2), pp. 416-426. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.01.049

17. Зинина О.В., Меренкова С.П., Князева А.С., Марушкевич М.А., Гаврилова К.С. Микробная ферментация субпродуктов птицы. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2021. Т. 9. № 4. С. 77-89.

18. Zinina O.V., Merenkova S.P., Gavrilova K.S., Rebezov M.B., Utyanov D.A., Knyazeva A.S. The influence of brood chickens by-products processing with probiotic culture starter on change of their functional and technological parameters. Theory and Practice of Meat Processing. 2021. Т. 6. № 3. С. 210-218. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-3-210-218

19. Sydykova M., Nurymkhan G., Ashakayeva R., Gaptar S., Tumenova G., Bayazitova K., Zinina O. Influence of lactic acid microorganisms on the formation of quality of dry sausages. EurAsian Journal of BioSciences. 2020. Т. 14. № 1. С. 117-121.

20. Нестеренко А.А., Зайцева Ю.А. Действие стартовых культур в технологии производства ветчины. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

КубГАУ) [Электронный ресурс]. 2014. №07(101). С. 599 – 609. – IDA [article ID]: 1011407034. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/34.pdf>

21. Нестеренко А.А., Акопьян К.В. Выбор и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. 2014. №07(101). С. 1700 – 1718. IDA [article ID]: 1011407111. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf>

REFERENCES

1. Fisinin V.I., Buyarov V.S., Byarov A.V., Shumetov V.G. Poultry meat production in the regions of the Russian Federation: current state and prospects of its innovative development. *Agrarian science*. 2018; (2):30-38. (in Russ.).
2. Bobyleva G.A. Directions that determine the development of poultry farming in the near future. *Poultry and poultry products*. 2017. 3: 22-25. (in Russ.).
3. Carvalho L.M. Further evidence for the existence of broiler chicken PFN (pale, firm, non-exudative) and PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazilian commercial flocks. *Food Sci. Technol, Campinas*. 2018. 38(4). PP. 704-710.
4. Penkova Yu. A. Technology for the production of smoked sausages and ways to improve it. *Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University*. 2016. No. 43. pp. 88-94. (in Russ.).
5. Gorelik O., Harlap S., Derkho M., Dolmatova I., Eliseenkova M. [et al.] Influence of Transport Stress on the Adaptation Potential of Chickens. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10 (2), 260-263. doi: 10.15421/2020_93
6. Gorelik O., Harlap S., Lopaeva N., Bezinar T., Kosilov V. [et al.]. Dynamics of Hematological Indicators of Chickens under Stress-Inducing Influence. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020, 10 (2), 260-263. doi: 10.15421/2020_94
7. Zinina, O., Merenkova, S., Soloveva, A., Savostina, T., Sayfulmulyukov, E., Lykasova, I., Mizhevikina, A. The effect of starter cultures on the qualitative indicators of dry fermented sausages made from poultry meat. *Agronomy Research*, 2018. 16 (5), pp. 2265-2281. doi: 10.15159/AR.18.199
8. Merenkova, S., Zinina, O., Loretz, O., Neverova, O., Sharaviev, P. Effect of transglutaminase and bacterial concentrates on the development of functional and technological properties of minced meat. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2019. 69 (4), pp. 387-396. doi: 10.31883/pjfn/111865
9. Ammor, M.S., Mayo, B. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*, 2007, 76 (1), pp. 138-146. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.10.022
10. Aro Aro, J.M., Nyam-Osor, P., Tsuji, K., Shimada, K.-i., Fukushima, M., Sekikawa, M. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry*. 2010, 119 (1), pp. 279-285. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.06.025
11. El Adab, S., Essid, I., Hassouna, M. Microbiological, biochemical and textural characteristics of a Tunisian dry fermented poultry meat sausage inoculated with selected starter cultures. *Journal of Food Safety*, 2015. 35 (1), pp. 75-85. <http://www.wiley.com/bw/editors.asp?ref=0149-6085&site=1>. DOI: 10.1111/jfs.12164
12. Essid, I., Hassouna, M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. *Food Control*. 2013, 32 (2), pp. 707-714. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.02.003
13. Kim, Y.J., Park, S.Y., Lee, H.C., Yoo, S.S., Oh, S.J., Kim, H.S.,

ОБ АВТОРАХ:

Кенийз Надежда Викторовна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, <https://orcid.org/0000-0002-5003-9339>
keniz@bk.ru

Нестеренко Антон Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, <https://orcid.org/0000-0003-1780-9466>
nesterenko-aa@mail.ru

Лысенко Юрий Андреевич, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, <https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>
yuraduban45@mail.ru

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, [rebezov@ya.ru](https://orcid.org/0000-0003-0857-5143)
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

22. Iwaniak, A., Minkiewicz, P., Darewicz, M., Hryniewicz, M. Food protein-originating peptides as tastants - Physiological, technological, sensory, and bioinformatic approaches. *Food Research International*. 2016. Part 1 89, pp. 27-38. doi: 10.1016/j.foodres.2016.08.010

23. Roselino M. N. Probiotic salami with fat and curing salts reduction: physicochemical, textural and sensory characteristics. *Food Sci. Technol, Campinas*. 2018. 38(2). PP. 193-202

24. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва: Колос, 2001. 376 с.

Chin, K.B. Evaluation of fermented sausages manufactured with reduced-fat and functional starter cultures on physicochemical, functional and flavor characteristics. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 2014. 34 (3), pp. 346-354. DOI: 10.5851/kosfa.2014.34.3.346

14. Nesterenko A.A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 2014. 4 (7-8), pp. 77-80. EDN: SNIUDR

15. Solovyova, A.A. Assessment of fermented sausage safety (2015) *Food Processing: Techniques and Technology*, 38, pp. 55-61. (in Russ.).

16. Tabanelli, G., Coloretto, F., Chiavari, C., Grazia, L., Lanciotti, R., Gardini, F. Effects of starter cultures and fermentation climate on the properties of two types of typical Italian dry fermented sausages produced under industrial conditions. *Food Control*, 2012, 26 (2), pp. 416-426. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.01.049

17. Zinina O.V., Merenkova S.P., Knyazeva A.S., Marushkevich M.A., Gavrilova K.S. Microbial fermentation of poultry by-products. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies*. 2021. V. 9. No. 4. S. 77-89. (in Russ.).

18. Zinina O.V., Merenkova S.P., Gavrilova K.S., Rebezov M.B., Utyanov D.A., Knyazeva A.S. The influence of brood chickens by-products processing with probiotic culture starter on change of their functional and technological parameters. *Theory and Practice of Meat Processing*. 2021. T. 6. № 3. C. 210-218. DOI: 10.21323/2414-438X-2021-6-3-210-218

19. Sydykova M., Nurymkhan G., Ashakayeva R., Gaptar S., Tumenova G., Bayazitova K., Zinina O. Influence of lactic acid microorganisms on the formation of quality of dry sausages. *EurAsian Journal of BioSciences*. 2020. T. 14. № 1. C. 117-121.

20. Nesterenko A.A., Zaitseva Yu.A. The effect of starter cultures in the technology of ham production. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubGAU) [Electronic resource]*. 2014. No. 07(101). pp. 599 – 609. – IDA [article ID]: 1011407034. Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/34.pdf> (in Russ.).

21. Nesterenko A.A., Akopyan K.V. Selection and study of the properties of a consortium of microorganisms for the processing of meat raw materials. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubGAU) [Electronic resource]*. 2014. No. 07(101). pp. 1700 – 1718. IDA [article ID]: 1011407111. Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf> (in Russ.).

22. Iwaniak, A., Minkiewicz, P., Darewicz, M., Hryniewicz, M. Food protein-originating peptides as tastants - Physiological, technological, sensory, and bioinformatic approaches. *Food Research International*. 2016. Part 1 89, pp. 27-38. doi: 10.1016/j.foodres.2016.08.010

23. Roselino M. N. Probiotic salami with fat and curing salts reduction: physicochemical, textural and sensory characteristics. *Food Sci. Technol, Campinas*. 2018. 38(2). PP. 193-202

24. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods for the study of meat and meat products. Moscow: Kolos, 2001. 376 p. (in Russ.).

ABOUT THE AUTHORS:

Kenyz Nadezhda Viktorovna, candidate of technical sciences, associate professor department of technology of storage and processing of crop products, <https://orcid.org/0000-0002-5003-9339>
keniz@bk.ru

Nesterenko Anton Alekseevich, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor department of technology of storage and processing of livestock products, <https://orcid.org/0000-0003-1780-9466>
nesterenko-aa@mail.ru

Lyсенко Yury Andreevich, doctor of biol. sci., associate professor, professor of the department of biotechnology, biochemistry and biophysics, <https://orcid.org/0000-0002-2629-2334>
yuraduban45@mail.ru

Rebezov Maksim Borisovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
rebezov@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>



АГРОРУСЬ

ПЕРЕЗАГРУЗКА

31 АВГУСТА - 3 СЕНТЯБРЯ 2022

ВЫСТАВКА



**ВЫСТАВКА-ПРОДАЖА
АГРОПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

**ЭКСПОЗИЦИИ
РЕГИОНОВ**

**БИРЖА ДЕЛОВЫХ
КОНТАКТОВ**

**ДЕЛОВАЯ, ФЕСТИВАЛЬНАЯ
И КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА**



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

AGRORUS.EXPOFORUM.RU
AGRORUS@EXPOFORUM.RU

ТЕЛ.: +7 (812) 240-40-40
ДОБ. 2235, 2980

Agros

2023expo

25-27 ЯНВАРЯ

МОСКВА, РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО

Место встречи профессионалов животноводства, свиноводства, птицеводства России и стран ближнего зарубежья.

- Оборудование и технологии для **содержания и кормления**
- **Корма**, кормовые добавки
- **Ветеринарные** решения
- **Генетика**, племенной материал
- Техника и оборудование для **производства и заготовки кормов**
- Оборудование для **комбикормовой промышленности**
- Технологии и оборудование для **децентрализованного энергоснабжения**

352
УЧАСТНИКА
ИЗ
26
СТРАН

11317
ПОСЕТИТЕЛЕЙ
ИЗ
82
РЕГИОНОВ РФ

51
МЕРОПРИЯТИЕ
И
328
СПИКЕРОВ

СТАТИСТИКА АГРОС 2022



АГРОС - ВСЕГДА БОЛЬШЕ, ЧЕМ ВЫСТАВКА!

- Специальные экспозиции
- Обширная деловая программа - 300+ спикеров
- Форум для представителей малого бизнеса в АПК - 10+ мероприятий
- Конкурс инновационных разработок



АГРОС - ПЛАТФОРМА ВОЗМОЖНОСТЕЙ!

- Эффективный выход на рынки России и ближнего зарубежья
- Выявление новых идей и возможностей
- Обмен опытом в преодолении актуальных вызовов
- Новые партнёрства и бизнес-контакты



ПОЛЕЗНАЯ ВЫСТАВКА - ДОВОЛЬНЫЕ УЧАСТНИКИ И ПОСЕТИТЕЛИ

"Считаю, что это одна из уникальных площадок, где сельхозтоваропроизводители в том числе переработчики и животноводы в целом получили возможность обмена информацией, контактами и доступа к сегодняшним достижениям".

Джаныбеков А. С., Министр сельского, водного хозяйства и развития регионов Кыргызской Республики

Лидеры отрасли выбирают АГРОС!



agros-expo.com



Организатор: ООО "ДЛГ РУС"

+7 (495) 128 29-59

agros@dlg-rus.com