

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

7-8
2022



Новости отрасли

Продовольственная
безопасность в России и мире:
состояние, тенденции и риски

20

Образование и наука

Интервью директора
Института ветеринарной
медицины и биотехнологии
Омского ГАУ С.В. Черниговой

30

Зоотехния и ветеринария

Коррекция развития теплового
стресса у цыплят-бройлеров
в комплексе ветеринарно-
санитарных мероприятий

49

БЕСПЛАТНО
скачать журнал
и подписаться



ЗОЛОТАЯ | 20 ОСЕНЬ | 22



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

XXIV ВСЕРОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

5–8 октября 2022
Московская область,
КВЦ «Патриот»

russianagroweek.ru

Стеа

GLOBAL*VET

PRODUCTS

НОВАЯ ЛИНЕЙКА МОЮЩИХ И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ

ДЛЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ, СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ,
МЯСО- И МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

- ШИРОКИЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЯ
- РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПО МИРОВЫМ СТАНДАРТАМ КАЧЕСТВА

ПЕННЫЕ
МОЮЩИЕ
СРЕДСТВА

БЕСПЕННЫЕ
МОЮЩИЕ
СРЕДСТВА

ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ
СРЕДСТВА



+7 (495) 989-43-70
contact@global-vet.ru
www.global-vet.ru



г. Москва
Тел.: +7 (495) 777-22-91
moskva@global-vet.ru

г. Санкт-Петербург
Тел.: +7 (812) 603-71-71
spb@global-vet.ru

г. Екатеринбург
Тел.: +7 (343) 288-77-92
ekaterinburg@global-vet.ru

г. Ростов-на-Дону
Тел.: +7 (863) 333-23-28
rostov-don@global-vet.ru

г. Новосибирск
Тел.: +7 (383) 362-10-55
novosibirsk@global-vet.ru

г. Белгород
Тел.: +7 (4722) 205-952
belgorod@global-vet.ru

г. Самара
Тел.: +7 (846) 219-20-00
samara@global-vet.ru

г. Алма-Ата
Тел.: +7 (727) 350-81-88
kazakhstan@global-vet.ru

г. Краснодар
Тел.: +7 (861) 205-03-60
krasnodar@global-vet.ru

г. Воронеж
Тел.: +7 (473) 236-46-35
voroneg@global-vet.ru

г. Владивосток
Тел.: +7 (423) 205-57-74
Vladivostok@global-vet.ru

г. Нижний Новгород
Тел.: +7 (831) 262-65-80
n.novgorod@global-vet.ru

г. Красноярск
Тел.: +7 (391) 989-82-50
krasnoyarsk@global-vet.ru

г. Симферополь
Тел.: +7 (3652) 88-72-22
simferopol@global-vet.ru

г. Калининград
Тел.: +7 (4012) 470-555
kalliningrad@global-vet.ru

7-8 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 361, номер 7-8, 2022

Volume 361, number 7-8, 2022

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

© авторы

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

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

Шеф-редактор: Костромичева И.В.

Научный редактор: Долгая М.Н.

Дизайн и верстка: Полякова Н.О.

Журналист: Седова Ю.Г.

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

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

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

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Сайты: www.vetpress.ru

<https://agrarnayanauka.ru>

Реклама в журнале: +7 (927) 155-08-10

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

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

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

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

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

Подписной индекс «УралПресс»:

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

Свободная цена.

Тираж 5000 экземпляров.

Подписано в печать 23.09.2022

Дата выхода в свет 28.09.2022

Отпечатано в типографии ООО «ВИВА-СТАР»:

107023, г. Москва, ул. Электровзаводская,

д. 20, стр. 3

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

www.vivastar.ru

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.

7-8 · 2022

Agrarnaya nauka

Том 361, номер 7-8, 2022
Volume 361, number 7-8, 2022

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

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN SCIENCE

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

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

Publisher:

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

Editor-in-chief:

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

Editorial board:

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

© journal «Agrarian science»
© authors

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Founder: Limited liability company
"VIC Animal Health"

Senior editor: Kostromicheva I.V.

Executive editor: Dolgaya M.N.

Design and layout: 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 23.09.2022

Release date 28.09.2022

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

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

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

Both Russian and foreign authors are invited to publication.

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

16+

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

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

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

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

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

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

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

AGRONOMY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nasiev B.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Zhanqir 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

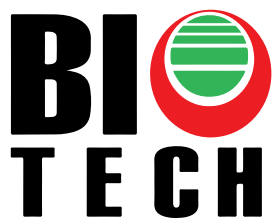
НОВОСТИ	12
НОВОСТИ ОТРАСЛИ	
Экспорт продукции животного происхождения вырос на 28%	14
Дмитрий Демченко: «Я с оптимизмом смотрю на будущее отечественной генетики».....	16
Производители кормов для аквакультуры ищут замену уходящему импорту.....	18
Продовольственная безопасность в России и мире: состояние, тенденции и риски	20
Россия готова обеспечить продовольственную безопасность африканских стран.....	22
Академик РАН Николай Кашеваров: «Наша главная задача – устойчивый по годам и экономически выгодный урожай»	23
Аркадий Злочевский: «В России валовой сбор зерна в этом году составит 123–125 млн тонн»	24
Ежегодный урожай бахчевых культур в России составляет около 1,75 млн тонн.....	26
Создание инструментов для приобретения аграриями новой сельхозтехники – одна из ключевых задач Минсельхоза России.....	27
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО	
Стоит стремиться к увеличению процента возврата органики в почву	28
ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА	
Подготовка высококвалифицированных кадров в области ветеринарии и зоотехнии – ключевая задача Института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского ГАУ.....	30
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	
Понамарев В.С., Лунегов А.М. Перспектива использования гепатотропной LOLA-терапии в ветеринарной практике.....	36
Чернов А.Н., Афордоаны Д.М., Прищепенко Е.А. Характеристика цитотоксичности нативного цеолита в отношении эпителиальных клеток крупного рогатого скота ..	40
Бурков П.В., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б. Использование препарата «Овостим-цт» при профилактике гепатозов и задержаний последа у коров после отела.....	44
Мифтахутдинов А.В., Сайфульмулюков Э.Р., Дорофеева С.Г., Аносов Д.Е. Коррекция развития теплового стресса у цыплят-бройлеров в комплексе ветеринарно-санитарных мероприятий, применяемых на птицефабрике промышленного типа	49
Копчекчи М.Е., Ярош Я.Е., Зирук И.В., Егунова А.В. Установление половой принадлежности кроликов по краниометрическим и морфологическим особенностям черепа.....	55
Ватников Ю.А., Руденко П.А., Куликов Е.В., Семенова В.И., Шопинская М.И., Бугров Н.С. Иммунологический контроль эффективности коррекции субкомпенсированного дисбактериоза кишечника у кошек	59
Методы контроля проведения санитарных мероприятий в животноводческих помещениях	66
Рождественская Т.Н., Каримова Л., Панкратов С.В., Рузина А.В., Томина Е.В. Современные подходы к изготовлению инактивированных вакцин против пастереллеза птиц.....	68
Сизенцов А.Н., Блиялкина Д.К., Галактионова Л.В., Сальникова Е.В. Оценка резистентности штаммов <i>Bacillus subtilis</i> в отношении антибактериальных препаратов на примере амоксициллина и цефтриаксона	74
Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А. Мониторинг биохимического статуса быков-производителей	80
Рязанов В.А., Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В. Оценка воздействия фитобиотических препаратов <i>Salviae folia</i> , <i>Scutellaria baicalensis</i> , <i>Origanum vulgare</i> на обменные процессы в модели рубца.....	86
Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Гриценко С.А., Сафронов С.Л., Бобылева И.В., Журавель В.В. Динамика воспроизводительных качеств коров в зависимости от длительности использования.....	93
Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В., Горелик О.В. Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве.....	98
Пробиотики для птицеводства и животноводства — эволюционно-биологическая необходимость	102



РОНКОЛЕЙКИН®



- Ронколейкин® производится в условиях GMP (сертификат выдан в 2021 году).
- Ронколейкин® содержит рекомбинантный интерлейкин-2.
- Ронколейкин® - эффективный и безопасный препарат патогенетической терапии, применяемый в лечении и профилактике болезней домашних и сельскохозяйственных животных.



Тел: 8 (812) 603-27-98
www.vet.biotech.spb.ru
vet@biotech.spb.ru



СОДЕРЖАНИЕ

От запуска до новой лактации: особенности кормления молочных коров в период сухостоя	105
Инструменты поддержки агрохозяйств при переходе на «сенаж в упаковке»	106
Как снизить расходы на выращивание молодняка и сохранить поголовье здоровым: современные технологии приходят на помощь фермерам	108
<i>Горелик О.В., Афонина Д.А., Белооков А.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И., Бобылева И.В.</i> Влияние генотипа по каппа-казеину на молочную продуктивность и выбраковку коров	110
<i>Ларькина Е.А., Акилов У.Х., Туйчиев Ж.Ш., Асронов Э.К., Солиева М.Б., Абдикаюмова Н.К.</i> Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (<i>Bombyx mori</i> L.) в практическом шелководстве	114

АГРОНОМИЯ

<i>Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П.</i> Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона	121
<i>Гриц Н.В., Диченский А.В., Пролетова Н.В., Удотов А.Ю.</i> Применение элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства семян льна в условиях Тверской области	126
<i>Кузьченко Ю.А., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н.</i> Возделывание подсолнечника с полосным рыхлением почвы в условиях Предкавказья	132
<i>Саидзода Р.Ф., Саидзода С.Т., Пирзода Т.Т., Садилов А.Т.</i> Особенности прохождения роста, развития и продуктивности сортов средневолжского хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений	136
<i>Некрасов Е.И., Марченко Д.М., Иванисов М.М.</i> Изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской» по признаку «масса 1000 зерен»	142
<i>Кравченко Н.С., Марченко Д.М., Игнатьева Н.Г., Копусь М.М., Мирошников К.А.</i> Технологические свойства сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника	146
<i>Манукян И.Р., Абиева Т.С., Догузова Н.Н.</i> Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Северного Кавказа	152
<i>Янышина А.А.</i> Сортовая идентификация партий семян льна-долгунца в первичном семеноводстве научно-исследовательских учреждений Российской Федерации	157
<i>Левакова О.В., Гуреева Е.В.</i> Эффективность применения десиканта «Диктатор, ВР» на посевах сои (<i>Glycine max</i>) в условиях центрально-европейской части России	162
<i>Аксенов А.Г., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С., Пехнов С.А.</i> Использование нейронной сети для выявления больных растений картофеля	167
<i>Пролетова Н.В.</i> Зависимость морфогенеза льна <i>in vitro</i> в селективных условиях от минерального состава среды	172
<i>Гречушкина-Сухорукова Л.А.</i> Динамика ростовых процессов и декоративное состояние мискантуса китайского при интродукции в степной зоне	178
<i>Меншутин Т.В., Костенко М.Г., Полова Е.В.</i> Оценка продуктивности и биохимического состава плодов перспективных сортов яблоны при выращивании в аридной зоне	183
<i>Лалшин В.И., Яковенко В.В., Ушак Л.С.</i> Оценка изменчивости признаков качества ягоды у ряда сортов и гибридных форм земляники садовой <i>Fragaria × ananassa</i> ...	188

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Аксаньян Г.С., Багров В.В., Камруков А.С., Крылов В.И., Овчеренко В.А., Овчеренко А.В., Сергеев В.Н.</i> Концепция автоматизированной системы биологической защиты агропромышленных предприятий на базе новых плазменно-оптических технологий	193
<i>Юрченко И.Ф.</i> Концепция развития цифровизации комплексной мелиорации	199
<i>Суйчинов А.К., Есимбеков Ж.С., Кабдылжар Б.К., Сулейменова Б.Е., Колабаева Б.К.</i> Влияние кислотно-щелочной обработки на физико-химические свойства тонкоизмельченных куриных лап и голов	210

ЮБИЛЕЙ

Виктор Буксман: «Благодарен судьбе за богатые на события годы»	216
--	-----

ЦНСХБ

Новости из ЦНСХБ	217
------------------------	-----



XXXI МОСКОВСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЕТЕРИНАРНЫЙ КОНГРЕСС
MVC 2023



12-14 АПРЕЛЯ 2023

Конгресс холл
Крокус Экспо. Москва



ВЕСНА
МОСКВА
КОНГРЕСС



www.vetcongress.ru
infosupport@vetcongress.ru
+7 (495) 989 44 60



CONTENTS

NEWS	12
INDUSTRY NEWS	
Export of products of animal origin increased by 28%.....	14
Dmitry Demchenko: "I am optimistic about the future of russian genetics"	16
Aquaculture feed producers are looking for a replacement for outgoing imports.....	18
Food security in Russia and the world: state, trends and risks	20
Russia is ready to ensure the food security of African countries.....	22
Academician of the Russian Academy of Sciences Nikolai Kashevarov: "Our main task is a sustainable and economically profitable harvest"	23
Arkady Zlochevsky: "In Russia, the gross grain harvest this year will be 123-125 million tons"	24
The annual harvest of melons and gourds in Russia is about 1.75 million tons.....	26
Creating tools for the purchase of new agricultural equipment by farmers is one of the key tasks of the Ministry of Agriculture of Russia	27
LEGISLATION	
It is worth striving to increase the percentage of return of organic matter to the soil	28
EDUCATION AND SCIENCE	
Training of highly qualified personnel in the field of veterinary medicine and animal science is a key task of the Institute of Veterinary Medicine and biotechnology of the Omsk State Agrarian University	30
ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE	
<i>Ponamarev V.S., Lunegov A.M.</i> Prospects for the use of hepatotropic LOLA therapy in veterinary practice	36
<i>Chernov A.N., Afordoanyi D.M., Prishopenko E.A.</i> Characteristics of cytotoxicity of native zeolite against cattle epithelial cells	40
<i>Burkov P.V., Scherbakov P.N., Rebezov M.B.</i> The use of the drug "Ovostim-c" in the prevention of hepatitis and retention of placenta in cows after calving	44
<i>Miftakhutdinov A.V., Saifulmulyukov E.R., Dorofeeva S.G., Anosov D.E.</i> Correction of the development of heat stress in broiler chickens in the complex of veterinary and sanitary measures used in an industrial-type poultry farm	49
<i>Kopchekchi M.E., Yarosh Ya.E., Ziruk I.V., Egunova A.V.</i> Establishment of the gender of rabbits by craniometric and morphological features of the skull	55
<i>Vatnikov Yu.A., Rudenko P.A., Kulikov E.V., Semenova V.I., Shopinskaya M.I., Bugrov N.S.</i> Immunological control of the effectiveness of correction of subcompensated intestinal dysbacteriosis in cats	59
Methods for monitoring the implementation of sanitary measures in livestock buildings	66
<i>Rozhdestvenskaya T.N., Karimova L., Pankratov S.V., Ruzina A.V., Tomina E.V.</i> Modern approaches to the production of inactivated vaccines against chicken cholera	68
<i>Sizentsov A.N., Bliyalkina D.K., Galaktionova L.V., Salnikova E.V.</i> Evaluation of resistance of isolated soil strains of <i>Bacillus subtilis</i> to antibacterial drugs on the example of amoxicillin and ceftriaxone	74
<i>Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A.</i> Monitoring of the biochemical status of breeding bulls	80
<i>Ryazanov V.A., Sheida E.V., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V.</i> Assessment of the effect of phytobiotic drugs <i>Salviae folia</i> , <i>Scutellaria baicalensis</i> , <i>Origanum vulgare</i> on metabolic processes in the rumen model	86
<i>Harlap S.Yu., Rebezov M.B., Bobyleva I.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Zhuravel V.V.</i> Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity	93
<i>Beloukov A.A., Beloukova O.V., Chukhutin E.V., Gorelik O.V.</i> The efficiency of probiotics in industrial pig breeding	98
Probiotics for poultry and livestock - an evolutionary biological necessity.....	102
From start-up to new lactation: features of feeding dairy cows during the dry period.....	105

CONTENTS

Tools to support agricultural enterprises in the transition to "senazh v upakovke"	106
How to reduce the cost of rearing young animals and keep the livestock healthy: modern technologies come to the aid of farmers	108
Gorelik O.V., Afonina D.A., Belookov A.A., Safronov S.L., Kulmakova N.I., Bobyleva I.V. Influence of kappa-casein genotype on milk yield of cows and on culling of cows	110
Larkina E.A., Akilov U.Kh., Tuychiev J.Sh., Asonov E.K., Soliyeva M.B., Abdikayumova N.K. The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (Bombyx mori L.) in practical sericulture	114

AGRONOMY

Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubin K.V., Sakov A.P. The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region	121
Grits N.V., Dichenskiy A.V., Proletova N.V., Udotov A.Yu. Application of elements of the information and analytical system of crop management to ensure resource-saving production of flax seeds in the Tver region	126
Kuzychenko Yu.A., Gadzhiumarov R.G., Dzhandarov A.N. Cultivation of sunflower with srip loosening of the soil in the conditions of Ciscaucasia	132
Saidzoda R.F., Saidzoda S.T., Pirzoda T.T., Sadikov A.T. Features of the growth, development and productivity of medium-fiber cottonvarieties depending on the density of standing plants	136
Nekrasov E.I., Marchenko D.M., Ivanisov M.M. The study of adaptive potential of the winter common wheat varieties developed by the Agricultural Research Center "Donskoy" according to the trait 1000-grain weight	142
Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Ignatieva N.G., Kopus M.M., Miroshnikov K.A. Technological properties of winter common wheat varieties depending on the forecrops	146
Manukyan I.R., Abieva T.S., Doguzova N.N. Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus	152
Yanyshina A.A. Varietal identification of flax seeds batches in primary seed breeding of the Russian Federation research institutions	157
Levakova O.V., Gureeva E.V. Effectiveness of the use of desiccant "Dictator, VR" on soybean crops (Glycine max) in the conditions of the Central European part of the Russia	162
Aksenov A.G., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panforyov N.S., Pehnov S.A. Using a neural network to identify diseased potato plants	167
Proletova N.V. Influence of the mineral composition of a selective environment on flax morphogenesis in vitro culture	172
Grechushkina-Sukhorukova L.A. Dynamics of growth processes and decorative state of Miscanthus sinensis during introduction in the steppe zone	178
Menshutina T.V., Kostenko M.G., Popova E.V. Evaluation of productivity and biochemical composition of fruits of promising apple varieties, grown in the arid zone	183
Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Ushak L.S. Evaluation of the variability of berry quality traits in a number of varieties and hybrid forms of strawberry Fragaria × ananassa Duch	188

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Axanyan G.S., Bagrov V.V., Kamrukov A.S., Krylov V.I., Ovcherenko V.A., Ovcherenko A.V., Sergeev V.N. The concept of an automated biological protection system for agro-industrial enterprises based on new plasma-optical technologies	193
Yurchenko I.F. The concept of development of digitalization of complex land reclamation	199
Suichinov A.K., Yessimbekov Zh.S., Kabydzhar B.K., Suleimenova B.E., Kopabayeva B.K. Effect of acid-base treatment on the physico-chemical properties of finely ground chicken feet and heads	210

ANNIVERSARY

Viktor Buksman: "I am grateful to fate for the eventful years"	216
--	-----

NEWS FROM CSAL

News from CSAL	217
----------------------	-----

ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ РАЗРАБОТАЛО ЗАКОНОПРОЕКТ, ОБЛЕГЧАЮЩИЙ ВВОД В ОБОРОТ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ

В ходе заседания Правительства РФ состоялось обсуждение вопросов землепользования.

По поручению Президента Владимира Путина правительство сократит сроки проведения процедур при предоставлении государственных или муниципальных земель: на принятие решения о выделении земли будет отведено 20 дней. «Ускорение процедур позитивно скажется на темпах реализации бизнесом новых проектов, – отметил премьер-министр РФ Михаил Мишустин, – а вместе с ранее предпринятыми шагами в сфере ипотеки будет способствовать упрощению строительства индивидуального жилья нашими гражданами».

В сообщении указано, что разработан законопроект, облегчающий ввод в оборот земель сельхозназначения. Данные поправки позволят быстрее сменить правообладателей таких земель. Кроме того, предусмотрены меры, исключающие возможность недобросовестным предпринимателям переоформлять участки на третьих лиц или предлагать их в качестве залога, чтобы избежать ответственности за нецелевое использование. Также сокращается срок, по истечении которого должна быть проведена продажа сельскохозяйственных земель на публичных торгах.

(Источник: Telegram-канал Правительства России)

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ СОЗДАЮТ НОВУЮ ВАКЦИНУ ПРОТИВ МАСТИТОВ КОРОВ

Специалистами Федерального центра охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), подведомственного Россельхознадзору, создается новая вакцина против субклинических и клинических маститов коров. Об этом сообщает vetandlife.ru со ссылкой на пресс-службу учреждения.

Диагностическая работа по выделению патогенов, вызывающих маститы коров, ведется в отделе профилактики бактериальных болезней ФГБУ «ВНИИЗЖ» с 2020 года. За данный период бактериологическим методом было исследовано более 500 проб молока, выявлено 73,7% положительных. Выделенных в ходе исследований изоляты бактерий всесторонне изучили, выбрав кандидатов для включения в состав экспериментальной вакцины против клинических и субклинических маститов коров.

На текущий момент подобран антигенный состав экспериментального препарата, который содержит восемь инактивированных антигенов возбудителей, относящихся к семействам *Streptococcaceae* spp., *Staphylococcaceae* spp., *Enterobacteriaceae* spp.

В планах ученых – проведение доклинических исследований на лабораторных и целевых животных. Данные исследования направлены на оценку безопасности и эффективности средства специфической профилактики клинических и субклинических маститов коров.

В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ОБНАРУЖЕНЫ УНИКАЛЬНЫЕ СОРТА СЕЛЬХОЗРАСТЕНИЙ

Уникальные сорта сельхозрастений обнаружили исследователи Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) в ходе экспедиции в северные районы Архангельской области. Об этом информирует ТАСС со ссылкой на пресс-службу администрации региона.

Специалисты ВИР занимаются исследованием генетических ресурсов дикорастущих и староместных кормовых трав, плодово-ягодных и овощных культур, произрастающих в ряде районов региона. Эта деятельность направлена на решение задачи замещения семян иностранного происхождения, используемых в сельском хозяйстве, на отечественные.

В результате, на севере области учеными выявлены сорта растений, не требовательные к составу почв, устойчивые к заболеваниям и суровым климатическим условиям, дающие стабильные урожаи. Получаемые из них корма имеют высокую энергетическую ценность, сообщила министр регионального минагропромторга Ирина Бажанова.

Итоги обработки результатов экспедиции ожидаются к концу текущего года.



В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ БУДУТ СОЗДАНЫ ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ ВОКРУГ ПТИЦЕФАБРИК

В Калужской области будут созданы защитные зоны вокруг птицефабрик – по аналогии со свиноводческими предприятиями. Об этом сообщил председатель комитета ветеринарии при Правительстве Калужской области Сергей Соколовский в ходе заседания областной специальной противоэпизоотической комиссии. В результате, заниматься птицеводством запретят на территории шириной не менее 2 км без обеспечения биологической защиты высокого уровня. Эти ограничения коснутся и ЛПХ. Данные меры позволят обеспечить высокий уровень биозащиты местных птицеводческих предприятий. Это крайне важно, поскольку на территории региона выявлено 12 очагов высокопатогенного гриппа птиц, в угрожаемых зонах уничтожено порядка 21 тыс. домашних птиц, идет сбор заявлений от владельцев о возмещении ущерба, отметил спикер.

В ходе заседания также состоялось обсуждение актуальных вопросов профилактики АЧС и бешенства. Участники отметили, что для недопущения распространения этих опасных болезней в области увеличивают число диагностических лабораторных исследований и сокращают численность диких кабанов и лис. Органы местного самоуправления проводят переучет сельскохозяйственных в фермерских и личных подсобных хозяйствах.

(Источник: официальный портал органов власти Калужской области)



Подпишитесь
на наш Telegram канал!

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

ЭКСПОРТ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВЫРОС НА 28%

В ходе пресс-конференции заместителей руководителя Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по городу Москва, Московской и Тульской областям Оксаны Князевой и Владимира Менякина состоялось обсуждение результатов контрольно-надзорной деятельности за восемь месяцев текущего года и эпизоотической ситуации в регионе. Мероприятие, посвященное Дню ветеринарного работника, прошло 31.08.2022 в МИА «Россия сегодня».



С начала 2022 года специалистами управления было проконтролировано свыше 86 тыс. т продукции животного происхождения, поставляемой на экспорт, — по сравнению с тем же периодом 2021 года поставки выросли на 28%, сообщила Оксана Князева. При этом более половины экспортируемой продукции направлено в Китай.

На сегодняшний день наиболее жесткие требования к экспортируемой из РФ продукции предъявляют именно в КНР, отметила спикер. «Китайские коллеги выдвигают также ряд новых требований по профилактике и недопущению распространения коронавирусной инфекции (их должны обеспечить предприятия-производители и хранители на всех этапах производства). Они относятся как к самому производству, так и к административному персоналу предприятия», — пояснила она.

В части проведения пограничного ветеринарного контроля в местах полного таможенного оформления за восемь месяцев 2022 года в рамках экспортных операций было оформлено более 86 тыс. т, что на 28% больше, чем за аналогичный прошлогодний период, отметила Оксана Князева.

«В рамках импортных операций оформлено порядка 101 тысяч тонн — на 20% больше, чем за тот же период 2021 года. На сегодняшний день основные страны по импорту — Китай, Турция, Сербия и Иран. При перемещении подконтрольных грузов специалистами в ходе

ветеринарного контроля выявлено 144 нарушения, из них в местах полного таможенного оформления пунктов пропуска — 121, в ручной клади багажей и почтовых отправлениях — 23. Порядка 80 тонн подконтрольных грузов, поступивших с грубыми нарушениями ветеринарного законодательства, отправлены обратно, в ту страну, из которой поступили (это были молочная продукция и лекарственные средства). Так что возвраты в текущем году у нас были. В ручной клади пассажиров выявлено и подвергнуто уничтожению 270 кг небезопасной продукции. Помимо этого, в страны отправления возвращены 109 голов животных, в их числе — собаки, экзотические попугаи, дрозды и щеглы, поступившие без ветеринарных сопроводительных документов, подтверждающих эпизоотическое благополучие, или с просроченными сроками действия вакцины. За указанный период от импортной продукции отобрано свыше двух тысяч проб, — и в 5% обнаружены остатки запрещенных вредных веществ», — рассказала спикер.

Владимир Менякин сообщил, что до конца текущего года специалисты территориальных управлений Россельхознадзора проверят места нахождения производственных площадок предприятий, зарегистрированных в системе «Меркурий». «Отдельные недобросовестные хозяйствующие субъекты на протяжении ряда лет, пользуясь, скажем так, определенными лакунами в законодательстве, занимались регистрацией фантомных

предприятий, через которые вводили в оборот продукцию неизвестного происхождения, неподтвержденных качества и безопасности», — пояснил он. Деятельность предприятий-фантомов, продукция которых может быть небезопасной, снижает инвестиционную привлекательность отрасли, ставит в неравные конкурентные условия такие компании с добросовестными игроками на рынке, а самому рынку наносит существенный ущерб, отметил спикер. «Руководителем службы в этом году было принято принципиальное решение: регистрацией поднадзорных объектов впредь будут заниматься ветслужбы в регионах, — сказал Владимир Менякин. — Они подтвердят фактическое местонахождение предприятия по заявленному адресу, наличие оборудования на нем в зависимости от вида заявленной деятельности, после чего наделят уже зарегистрированные предприятия правами администраторов». Он отметил, что с начала 2022 года уже выявлено 224 фантомных предприятия. «Сейчас наша задача — просканировать рынок», — резюмировал спикер.

Владимир Менякин обратил внимание на риски обострения эпизоотической ситуации в регионе по африканской чуме свиней (АЧС). Предыдущая вспышка АЧС, по данным спикера, была зафиксирована в Московской области в 2016 году, а затем, до 23.08.2022, ситуация в Подмосковье была благополучной. «Но, к сожалению, не миновала эта болезнь и наш регион. На одном из свиноводческих предприятий Талдомского района, имеющем первый уровень — самый низкий — биологической защиты, 23 августа возникла вспышка АЧС», — сообщил эксперт. В настоящее время решением губернатора Московской области Андрея Воробьева на территории данного предприятия введены ограничительные мероприятия, предпринимаются все необходимые меры, предусмотренные правилами по борьбе с АЧС. «Мы справимся», — заверил Владимир Менякин. Что касается ситуации с АЧС в стране в целом, то, по данным спикера, с начала года в России зафиксирована 101 вспышка.

Одним из благополучных по африканской чуме свиней регионов является Новосибирская область, сообщил начальник отдела госветслужбы районов области Управления ветеринарии Даниил Миловидов на пресс-конференции, состоявшейся 30.08.2022 в ТАСС (Новосибирск) и также посвященной Дню ветеринарного работника России. Эксперт отметил стабильность



обстановки с АЧС и бешенством в регионе. «У нас был перерыв работ по вакцинации диких животных от бешенства сроком на 3–5 лет, — сказал он. — В результате, в 2019 году было зарегистрировано 42 случая. Большинство очагов — дикие плотоядные животные. В итоге финансирование возобновили, и в этом году у нас три зарегистрированных случая».

Эпизоотическая ситуация в прилегающих к области странах сложная, и распространение различных заболеваний на их территориях создает постоянные биологические угрозы, отметил заместитель начальника Управления ветеринарии региона Владимир Гоппе. Тем не менее, добавил он, Новосибирская область остается достаточно благополучным регионом. Спикер сообщил, что еще до недавнего времени в области действовал запрет на вывоз говядины из-за статуса «неблагополучная с вакцинацией», — по причине вспышки ящура в граничащем с регионом Казахстане. «Это практически перекрыло нам кислород. Можно было торговать только между собой, — то есть дальше регионализация не позволяла. Но мы подготовили пакет документов, он был рассмотрен, и три недели назад нам сменили статус на «благополучная по ящуру с вакцинацией». Теперь мы можем реализовать свою продукцию в аналогичные субъекты, имеющие тот же статус или статус ниже нашего. Но полный запрет пока не снят, над этим работа идет», — отметил эксперт.

Владимир Гоппе уточнил, что статус неблагополучия по ящуру был снят после массовой вакцинации крупного рогатого скота. «Нам очень помогло правительство Новосибирской области. Губернатор выделил более 20 миллионов рублей на экстренное приобретение вакцины. В результате, вакцинация всего поголовья против ящура на территории области была организована в кратчайшие сроки», — сообщил он. Помимо этого, отметил спикер, благодаря действиям правительства в 2021 году удалось добиться повышения зарплаты ветеринарным специалистам до среднерегионального уровня, — во исполнение поручения Президента РФ для устранения дефицита кадров на селе.

Ю.Г. Седова



ДМИТРИЙ ДЕМЧЕНКО: «Я С ОПТИМИЗМОМ СМОТРУ НА БУДУЩЕЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕНЕТИКИ»



С 1 сентября 2022 г. вступают в силу поправки в Федеральный закон «О племенном животноводстве». Племенным предприятиям для сохранения своего статуса и поддержки от государства придется перейти на отечественное семя. Возможен ли такой переход в современных условиях, разбирались с экспертом — генеральным директором генетической компании полного цикла «Коджент Рус» Дмитрием Демченко.

Дмитрий Александрович, стоит ли паниковать российским сельхозпроизводителям, если они не смогут приобретать импортное семя для воспроизводства племенного стада?

Что касается хозяйств мясного и молочного животноводства, серьезных оснований для беспокойства нет. Долгое время наши племенные предприятия вынуждены были закупать часть семени (особенно разделенного по полу) для оплодотворения коров и телок, но сейчас производство сексированного семени от высокопродуктивных импортных быков голштинской породы локализовано в России. Компания «Коджент Рус» является официальным и эксклюзивным дистрибьютором генетического холдинга STgenetics® (США) в России, и производственные мощности, технология разделения семени по полу, оборудование и даже быки-производители переведены на территорию РФ. Это позволило решить сразу несколько проблем. Во-первых, нивелируются сложности с возможным срывом поставок, во-вторых, сокращаются расходы по транспортировке и сроки на доставку семени, что существенно снижает цену для конечного потребителя. Мы привезли из США лучших быков-производителей голштинской породы. Наши специалисты отобрали производителей с топовыми показателями TPI и NM\$.

Может ли локализация производства привести к разрыву научных связей с иностранными партнерами и к тому, что российская генетика будет развиваться по собственному пути в отрыве от мировых процессов?

Я с оптимизмом смотрю на будущее отечественной генетики и уверен, что такого не произойдет, если мы не наступим на прошлые грабли, когда в 90-е гг. были нарушены научные связи, что повлекло сильное отставание от стран-лидеров. Россия более 20 лет была вынуждена использовать импортные технологии и семя, но сейчас произошел перелом, и за последние пять лет — не без помощи нашей компании — ряду племенных хозяйств удалось добиться выведения племенных коров и телок, которые по своим показателям не уступают европейским и вплотную приближаются к американским. Такой результат достигнут благодаря научному подходу к геномной оценке племенной ценности животных. Информация о генетическом потенциале животного получается из расшифрованного ДНК и оценивается по 75 параметрам, начиная от удоя и жирности молока до продуктивного долголетия животного и возможных генетических заболеваний.

Важно сохранять тесные связи между учеными и научными школами разных стран.

Как государство поддерживает отечественную генетику в животноводстве и какие первоочередные шаги необходимы?

Самое главное для государства — слышать потребности сельхозпроизводителей, искать новые пути для сотрудничества с мировым сообществом. Сейчас государство предпринимает шаги по созданию собственных инструментов для формирования, оценки и роста потенциала отечественной генетики. Очень актуальный вопрос — создание отечественной системы оценки племенной ценности животных и единой базы племенных животных. Первым шагом в этой работе будет единая система идентификации. Следующим этапом — создание единой базы фенотипов и генотипов, а затем — системы оценки племенной ценности. В первую очередь это касается быков, которые используются для искусственного осеменения в племенных предприятиях. Их необходимо оценить с точки зрения генетического потенциала с применением российской системы.

В мае компания «Коджент Рус» начала продажу сексированного семени быков голштинской породы, произведенного в России. В чем его отличие от традиционного и есть ли уже результат?

Сексированное, то есть разделенное по полу, семя обеспечивает сравнимый с традиционным семенем результат оплодотворения с выходом телок не менее 90%. При этом потомство обладает прекрасными генетическими признаками.

Сейчас в нашей стране мы производим сексированное семя по технологиям SxedUltra 2M™, SxedUltra 4M™, в октябре планируется выпустить на рынок семя пятого поколения — UltraPlus™. Оно еще на 3% увеличивает процент стельности коров.

Принцип генетического прогресса заключается в том, чтобы лучшим животным на ферме было последнее родившееся животное. Процесс совершенствования поголовья не имеет права останавливаться. У нас созданы все условия, чтобы племенные предприятия были в полной мере обеспечены произведенным в России высококачественным генетическим материалом.

Тел.: +7 (4722) 20-17-96;
+7 (4722) 20-17-98;
+7 (910) 22-77-002.
mail@cogentrus.ru
https://cogentrus.ru



СЕКСИРОВАННОЕ СЕМЯ БЫКОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ, ПРОИЗВЕДЕННОЕ В РОССИИ

Стандарты качества полностью соответствуют как российским ГОСТам, так и зарубежным.

Для российских фермеров

доступно как традиционное, так и сексированное семя с использованием инновационных технологий стандарта Ультра 2М™ и 4М™ (2 и 4 миллиона спермиев в 1 дозе соответственно), а также 4М Повышенной чистоты™, выход тёлочек 96-97%.



Семя Российского Производства Это:



неизменное качество



стабильность поставок
в меняющемся мире



высокая племенная
ценность



цена и локальное
производство

Разделенное по полу семя производится от американских и европейских быков голштинской породы, которые располагаются в российском Калининграде на базе современного бычатника СИО «Интерген Рус». Эксклюзивные права на реализацию семени СИО «Интерген Рус» принадлежат ООО «Коджент Рус». Все быки обладают топовыми показателями TPI и NMS, а также демонстрируют исключительные данные по оценке удоя и компонентов молока у потомства, которое способно производить более 12,5 т молока за лактацию, что выше на 40 % от среднего показателя отрасли в 2021 г (7,162 т).



ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОРМОВ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ ИЩУТ ЗАМЕНУ УХОДЯЩЕМУ ИМПОРТУ

Российские рыбоводческие хозяйства столкнулись с острой нехваткой кормов для ценных пород рыб — осетровых, форели и лососевых. 80% общего потребления таких кормов обеспечивалось продукцией из зарубежных стран, но с началом специальной военной операции большинство европейских компаний прекратили поставки на российский рынок. Часть зарубежных поставщиков продолжает работать в России, но из-за проблем с логистикой цены выросли примерно на 50%. В этих условиях отечественные производители кормов активно привлекают на помощь науку и прилагают усилия, чтобы смягчить последствия санкций. В дальнейшем они готовы полностью заместить выпадающий импорт российской продукцией.

РЫБА И ВИТАМИНЫ

Участники рынка считают, что ситуация начнет меняться не ранее чем через полтора-два года. К тому времени в полную силу должны заработать новые кормопроизводства для аквакультуры. В рамках заявленных инвестпроектов заводы строятся в Астраханской области, Республике Чувашия. В Курской области компанией «Мираторг» в апреле была запущена линия по производству рыбных кормов для форели. Работа предстоит серьезная: в 2021 г., по данным Росстата, было произведено 25 тыс. т так называемых экструдированных кормов. Именно они пригодны для выращивания рыб ценных пород. Существующая же потребность значительно превышает отметку в 100 тыс. т. Одна из особенностей таких кормов — они должны не распадаться и не тонуть в воде в течение продолжительного времени.

С биологическими добавками ситуация складывается сложнее. Как было отмечено в докладе президента НКО «Союз комбикормщиков» **Валерия Афанасьева** на XVI Международной конференции «Комбикорма — 2022», Россия уже насыщена мощностями по производству премиксов, при строительстве заводов и цехов используется современное оборудование с применением зарубежных технологий, но главной проблемой является отсутствие сырья для производства. Среди витаминных препаратов, по данным НКО «Союз комбикормщиков», импортируются больше половины аминокислот — лизина, треонина и трептофана (часть аминокислот производится в России: метионин — в г. Волжский, сульфат лизина — в Белгородской области, но потребление этим не перекрывается. — *Прим. ред.*), кормовых ферментных препаратов — до 80%.



” При этом необходимо учитывать, что их стоимость в России на 30% и более выше, чем в Европе, а это оказывает большое влияние на стоимость конечной продукции, так как объем витаминов в составе премиксов составляет 90% и более, — подчеркнул Валерий Афанасьев.

Если рассматривать возможности импортозамещения в этой сфере, то становится ясно, что здесь не обойтись без серьезной государственной поддержки, поскольку речь по сути идет о создании новых химических предприятий, а такие капиталовложения часто оказываются не по силам даже крупному бизнесу. Проблема усугубляется отсутствием отечественного оборудования, поэтому на первых порах придется закупать уже готовые решения, делая ставку на сотрудничество с Китаем.

НАУКА ПОМОГАЕТ ПРОИЗВОДСТВУ

Заместитель генерального директора ООО НПО «Агро-Матик» **Юрий Сошкин** отмечает, что фактор нехватки тех же аминокислот и других биологических добавок напрямую отражается на экономических показателях сельхозпроизводителей. И дело тут не только в их резком подорожании. Главное, нехватка этих компонентов ведет к падению продуктивности животных. В России это можно наблюдать на примере птицеводческой отрасли. Дефицит аминокислот привел к тому, что птица стала хуже расти, а потребители ощутили это через рост цен на продукцию птицеводства. Аналогичным образом складывается ситуация и в рыбоводстве.

Напомним, что корма в себестоимости рыб ценных пород составляют до 70%, а реальным резервом снижения затрат здесь становится замещение животной составляющей комбикорма на растительную. В частности, предлагается использовать белковые концентраты на основе зерна белого люпина. НПО «Агро-Матик» производит такие концентраты, однако в компании считают, что их использование в комбикормах требует выверенного и научно обоснованного подхода. Поэтому работа идет в партнерстве с рядом научных учреждений, в частности, с Волгоградским государственным аграрным университетом (ВолГАУ).

” Университет располагает уникальным виварием — мини-цехом, где проводят исследования в области совершенствования технологии со-



Юрий Сошкин



Тенденция кормопроизводства для аквакультуры — уменьшение содержания в кормах рыбной муки



держания ценных пород рыб, — говорит Юрий Сошкин. — В нем на ограниченном количестве особей совместно с учеными испытываются добавки и готовые корма. И только в случае положительного результата рецептура переносится в промышленное производство. За счет этого мы получаем корм, который обеспечивает рыбоводам наилучшие показатели.

Как проводится эта работа, рассказывает декан факультета биотехнологий и ветеринарной медицины ВолГАУ, завкафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура» д-р биол. наук **Дмитрий Ранделин**: «Самый дорогостоящий и самый ценный компонент, который присутствует в кормах, — рыбная мука. Но на рынке сегодня в больших объемах присутствует фальсификат с преимущественным содержанием перьевой, кровяной и костной муки. И если по содержанию протеина такой продукт как-то может соответствовать рыбной муке, то состав аминокислот в нем и перевариваемость далеки от оригинала. Наша задача — полноценно заменить часть дорогостоящей рыбной муки растительными и животными компонентами». Сложность заключается в том, что используемое сырье, в частности растительное, не является «привычным» для хищников, к которым, как правило, относятся рыбы ценных пород. Из-за неправильного кормления у них могут возникать даже проблемы с развитием внутренних органов — печени, селезенки, желчного пузыря и других. Поэтому в рамках исследований здоровье рыбного поголовья тщательно отслеживается, проверяется качество мяса, шлифуется технология переработки кормов, меняется и подбирается рецептура и выработка гранул. Результаты этой кропотливой работы — высокая перевариваемость корма, здоровье рыб,

а главное, стоимость их прироста при использовании недорогого отечественного сырья — начинают соответствовать лучшим зарубежным образцам.

СОЕ НА ЗАМЕНУ

Юрий Сошкин подтвердил, что выверенное сотрудничество с наукой как раз и позволяет компании создавать высококачественные корма не только для рыбы, но также и для птицы, свиней и КРС. Внимание же к рыбоводству объясняется тем, что именно в этой отрасли наиболее остро ставится вопрос импортозамещения.

Тенденция всего современного кормопроизводства для аквакультуры — уменьшение содержания в кормах рыбной муки. И если по принятым в СССР рецептурам рыбной муки использовали до 60%, то в современных кормах ее содержание составляет 12–18%. Особенность белкового концентрата «Агро-Матик», который используется для приготовления рыбного комбикорма, — содержание в его основе люпина, который успешно заменил сою. Его преимущества — в отличие от зерна сои, люпин может использоваться без предварительной термообработки, переваримость протеина его семян находится практически на уровне переваримости рыбной муки — 85,5%. Широкий ареал возделывания в России, высокие (50 и более ц/га) урожаи, а также относительно низкая цена — все это делает люпин выгодной альтернативой сое. На основе собственного белкового концентрата компания производит корма для лосося, форели и осетровых, а также для африканского сома и карпа. Это качественный экструдированный продукт, содержащий в своем составе все необходимые для рыбы питательные вещества и микроэлементы.

” Процесс приготовления уникальный и сложный, но наша технология позволяет в два раза уменьшать потребление дорогостоящей рыбной муки, поэтому в условиях нехватки импортных кормов растет интерес рыбоводов к нашей продукции, растут и объемы производства, — подчеркивает Юрий Сошкин.

Однако для полного импортозамещения нужно развивать отечественное производство витаминов, аминокислот, белка. Специалисты НПО «Агро-Матик» обратили внимание на нетрадиционные их источники. Начата реализация проекта по производству основы стартовых кормов для аквакультуры из личинок сразу двух видов мух — черной львинки и зеленой мясной мухи. Каждая из них имеет свой аминокислотный профиль, а вместе они дополняют друг друга, хорошо усваиваются молодой рыбой и, укрепляя иммунитет, обеспечивают хороший рост.

В. А. Ельников



ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В РОССИИ И МИРЕ: СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И РИСКИ

Проблемы и перспективы обеспечения продовольственной безопасности РФ в условиях новых вызовов обсудили участники круглого стола, состоявшегося в пресс-центре МИА «Россия сегодня». Спикерами мероприятия выступили директор Евразийского центра по продовольственной безопасности (Аграрного центра) МГУ имени М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН Сергей Шоба, замдиректора Центра Роман Ромашкин, замдиректора Центра, проф. Дмитрий Хомяков – член Экспертного совета Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию.

Продовольственная безопасность — это многоплановое направление, одним из важнейших компонентов которого является производство сельскохозяйственной продукции, отметил чл.-корр. РАН Сергей Шоба. «Урожайность сельхозкультур зависит от многих факторов и прежде всего, от почвенно-климатических условий. Россия, как известно, самая крупная в мире страна по площади территории. Она обладает огромными почвенными ресурсами и имеет 40% мировых запасов наиболее плодородных почв черноземов. Сегодня перед нами стоит задача рационально использовать это национальное богатство. В настоящее время существуют как успехи, так и проблемы в использовании наших почвенных ресурсов. Так, многие почвы недополучают элементов питания для нормального функционирования с точки зрения произрастания сельскохозяйственных растений. Эту задачу следует решить на законодательном уровне: мы много лет пытаемся через Госдуму инициировать закон, который регулировал бы процессы охраны почв, потому что почва, — как вода, воздух и недра, — это природный ресурс, требующий своего законодательного оформления с целью охраны от деградации. Помимо этого, для рационального использования почв требуется применение информационных технологий, то есть учет конкретных земельных ресурсов, конкретных почв, с одной стороны, а, с другой стороны, учет их агрохимических свойств, их характеристик. Потому что это является основой для агрономов, практиков сельского хозяйства, — чтобы они могли оценить продукционный

потенциал этих почв и определить, какие минудобрения и в каком количестве требуется внести для получения необходимого урожая. Разработка такой единой информационной технологии для всей страны — важная задача. Мы уже имеем примеры в ряде российских регионов, где эта работа поставлена на высокий уровень. Например, в Белгородской области, где получают стабильные урожаи сельскохозяйственных культур», — сообщил спикер.

В значительной степени рост продуктивности сельхозкультур, происходящий последние двадцать лет в России, обеспечен использованием современных технологий, отметил профессор Дмитрий Хомяков. На текущий момент РФ не только обеспечивает внутреннее потребление, но и успешно экспортирует на внешние рынки сельхозпродукцию. В стране с 2020 года был достигнут паритет, когда объем экспорта превышал (поначалу немного, а затем довольно значительно, на 5–6 млрд долларов) объем импорта, сообщил ученый. «По прогнозам Минсельхоза России, у нас будет очень неплохой урожай зерновых — около 130 миллионов тонн, а также хороший урожай масличных, а это основной экспортный товар», — сказал он. Эксперт заострил внимание на необходимости обеспечить воспроизводство плодородия почв. «Все, что растения получают из почвы, надо ей вернуть. Если мы хотим, чтобы плодородие почв увеличивалось, то должны возвращать с избытком, компенсируя потери за прошлые годы. Это серьезная работа агрохимиков, почвоведов», — отметил он. Спи-





кер напомнил о принятом в 2021 году постановлении правительства, направленном, прежде всего, на инвентаризацию земель сельскохозяйственного назначения и введение в оборот бывших ранее в эксплуатации. «Из-за ряда причин, сложившихся после 1991 года, когда изменился хозяйственный механизм, такие земли были выведены из оборота. Этому немало способствовала так называемая ваучеризация в сельском хозяйстве (когда жители сельской местности получали земельные ваучеры). Невостребованные земельные доли и сейчас существуют, и правительство много делает для создания наиболее оптимального механизма по выявлению таких земельных участков, их правообладателей, возвращения этих участков в сельхозоборот», — уточнил он. Почва — важнейший ресурс, позволяющий получать порядка 95% мирового продовольствия, следовательно, это наше национальное богатство, которое необходимо сохранить для потомков, резюмировал эксперт.

Роман Ромашкин сделал акцент на текущем состоянии продовольственной безопасности в мире. По его мнению, опасения сельскохозяйственной и продовольственной организации ООН (ФАО), связанные с обострением угрозы голода, не безосновательны: количество недоедающих людей в мире стремительно растет, что во многом связано с повышением с середины 2020 года мировых цен на продовольствие (из-за ковидных проблем, нарушения логистических цепочек поставок). В частности, цены на зерно за это время выросли в два раза, а на растительные масла — втрое. «Мы отдаляемся от цели устойчивого развития — покончить с глобальной проблемой голода и недоедания в мире к 2030 году, и движемся в обратном направлении», — отметил спикер. На сегодняшний день вопросы экономической доступности продовольствия в глобальном плане остаются открытыми для азиатских, африканских и ближневосточных стран, в которых сосредоточено наибольшее количество голодающих. А поскольку санкционное давление значительно

усложняет логистику, то поставка продовольствия в эти страны станет дороже, что может оказаться критичным для экономик целого ряда государств. Мировому сообществу и ФАО необходимо выдвигать различные инициативы по исключению поставок продовольственных и сельхозтоваров из-под санкций либо существенному снижению данных ограничений в ответ на возможность обеспечения таких поставок из стран Черноморского бассейна, отметил Роман Ромашкин.

«Санкции, введенные против ряда стран-участниц Евразийского экономического союза, повлияли на другие страны просто из-за того, что существуют тесные связи, у нас общий рынок. РФ поставляет свою продукцию в Казахстан, Кыргызстан, Армению. Естественно, любые шоки, которые происходят на российском внутреннем рынке, влияют и на наших торговых партнеров», — добавил спикер.

Что касается возможных проблем с нехваткой продовольствия в мире, связанных с уходом Украины с позиции одного из ведущих поставщиков пшеницы, то, по мнению эксперта, они маловероятны. «Так, если мы посмотрим на валовой сбор пшеницы, то на Украине за последние годы он достигал порядка 25–30 миллионов тонн, из них 10 миллионов тонн — обеспечение внутренних потребностей, 15–20 миллионов тонн — экспорт», — сказал Роман Ромашкин. — По прогнозам, производство в следующем сельхозгоду просядет примерно до 20 миллионов тонн. И получается, что экспортный потенциал Украины — 10 миллионов тонн. Одновременно в России производство зерна возрастет до 80 миллионов тонн. Таким образом, ее экспортный потенциал будет около 40 миллионов тонн, — то есть он возрастет на ту же самую дельту, на которую сократится экспортный потенциал Украины. Поэтому в региональном плане наблюдается баланс». В глобальном плане с точки зрения наличия продовольствия никаких вопросов нет, есть вопросы с его экономической и физической доступностью, подытожил эксперт.

Ю.Г. Седова



РОССИЯ ГОТОВА ОБЕСПЕЧИТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ АФРИКАНСКИХ СТРАН

Ведущие эксперты обсудили ключевые направления африканского рынка для российской сельхозпродукции в рамках конференции «Экспорт российской продукции АПК в страны Африки: стратегия успеха», организованной Федеральным центром «Агроэкспорт» и Минсельхозом России.

Африка — важный рынок для российского АПК, отметил замминистра сельского хозяйства РФ Сергей Левин. Так, в 2021 году поставки на континент составили 4,5 млрд долл. (12% от общего объема отечественного аграрного экспорта). «Роль России особенно важна для обеспечения продовольственной безопасности африканских государств. Африка является крупным покупателем российского зерна и масложировой продукции. Например, экспорт российского ячменя в африканские страны за последние пять лет увеличился более чем в два раза. Нарастая отгрузки на экспорт, РФ выступает стабилизирующим поставщиком мирового рынка зерна. На фоне вероятных проблем с урожаем в текущем году у многих крупных производителей зерновых, российский прогнозируемый урожай в размере 130 миллионов тонн сдерживает дальнейший рост цен на мировом рынке и гарантирует его стабильность. В новом сезоне мы можем ожидать экспорт зерна на уровне 50 миллионов тонн. Не менее важны наши поставки масложировой продукции. В этом году, несмотря на сложности, мы наблюдаем стабильный рост поставок растительных масел из России. За период с января по апрель объем экспорта соевого масла в африканские страны вырос в 2,5 раза, подсолнечного — более чем на 15 процентов. Причем если подсолнечное масло традиционно вывозится из нашей страны, то динамика роста рапсового и соевого масел стала характерной только для последних лет, — это демонстрирует тот потенциал развития и диверсификации, которым обладает российская масложировая отрасль», — сказал Сергей Левин.

Политически мотивированный уход из РФ некоторых крупных транспортных компаний и санкционное давление со стороны ряда недружественных государств создали сложности для поставок российской продукции. «Несмотря на это, наша страна успешно справляется с трудностями и готова обеспечить продовольственную безопасность африканских друзей. Министерство сельского хозяйства РФ прилагает все усилия для устранения возникающих логистических проблем и создания надежных и устойчивых цепочек поставок российской аграрной продукции в Африку. Для укрепления сотрудничества с нашими африканскими партнерами Минсельхозом России уже направлено представителей в восемь африканских государств. Их работа, — облегчить взаимодействие между российскими компаниями, африканским бизнесом и государственными органами, — поможет увеличить взаимную торговлю аграрной продукцией», — резюмировал замминистра. В условиях стремительно меняющейся ситуации на продовольственных рынках крайне важна активизация связей и налаживание прямых контактов между российским и зарубежным бизнесом, добавил он. «Коммуникации необходимы не только для развития поставок российской продукции на экспорт, но и для импорта африканских



сельхозпродуктов. Потому так важны совместные мероприятия, подобные тому, в котором мы сегодня участвуем», — подытожил спикер.

В ходе конференции были презентованы ключевые выводы Концепции развития экспорта российской продукции АПК основных сегментов рынка (зерновые, мясные, молочные, масложировые и кондитерские продукты) на перспективные рынки африканских стран, разработанной «Агроэкспортом» совместно с отраслевым и экспертным сообществом. Ее целью стала разработка практико-ориентированной модели наращивания присутствия и повышения конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса России на перспективных рынках Африки. «Несмотря на геополитические трудности, российский экспорт активно развивается, наши компании продолжают осваивать африканский рынок, — отметил руководитель «Агроэкспорта» Дмитрий Краснов. — В рамках деловой миссии мы увидели большой интерес к сотрудничеству, и сегодня продолжаем разговор о том, как правильно работать с африканскими странами, какие модели взаимодействия необходимо построить, с кем именно коммуницировать». Он сообщил, что помимо базовой зерновой и масложировой растут поставки за рубеж других видов продукции, в частности, мясной. По его данным, экспорт этого вида продукции с 2017 по 2021 год вырос в 13 раз. При этом ключевыми продуктами в этой категории является мясо птицы, а основными странами, в которые поставляется продукция, стали Бенин, Марокко, Конго, Гана, Габон. «Среди этой продукции появился новый вид — индейка. Сегодня ее экспорт показывает цифры в районе 10 миллионов долларов», — добавил эксперт. По данным «Агроэкспорта», импорт мясной продукции в африканские страны ежегодно составляет 4,7 млрд долл. Также в эти страны можно увеличить поставки молочной продукции, например, сухого молока, являющегося ключевым импортным продуктом для Африки, отметил Дмитрий Краснов. «Здесь есть серьезные перспективы для развития российского экспорта», — заключил эксперт.

Ю.Г. Седова

АКАДЕМИК РАН НИКОЛАЙ КАШЕВАРОВ: «НАША ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА – УСТОЙЧИВЫЙ ПО ГОДАМ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ВЫГОДНЫЙ УРОЖАЙ»

Актуальные задачи, стоящие перед отраслью кормопроизводства, обсудили участники пленарного заседания Конгресса по кормам к 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», прошедшего 22.06.2022 в рамках деловой программы ежегодной XXVII Международной специализированной выставки «MVC: Зерно-Комбикорма-Ветеринария-2022». Одним из ключевых стал доклад «Научное обеспечение кормопроизводства Сибири» председателя Объединенного ученого совета СО РАН по сельскохозяйственным наукам, руководителя научного направления Сибирского федерального научного центра агроботехнологий РАН (СФНЦА РАН), академика РАН, профессора, д. с.-х. н. Николая Ивановича Кашеярова.

Кормопроизводство — научно-обоснованная система организационно-хозяйственных и технологических мероприятий по производству, переработке и хранению кормов в необходимом количестве и соответствующего качества — в Сибири имеет свою специфику в отличие от Европейской части страны в силу природных, экономических и социальных факторов, отметил в ходе своего выступления академик РАН Н.И. Кашеяров. Основное отличие — это длительный зимне-стойловый период, что обуславливает необходимость заготовки большого количества кормов.

Академик акцентировал внимание на месте кормопроизводства в сельском хозяйстве. Он отметил, что кормовыми культурами, включая фуражные культуры, занято порядка 80% посевных площадей. В общих прямых затратах животноводства расходы на корма составляют от 45% в молочном животноводстве до 75% при выращивании бройлеров.

Уровень кормления определяет продуктивность животноводства, валовое производство продукции и выручку от реализации, от него зависит качество продукции, следовательно, цена и прибыль. Сбалансированное кормление повышает сохранность животных и их продуктивное долголетие, снижает прямые убытки и затраты на воспроизводство стада.

Кормовые культуры, являясь хорошими предшественниками, повышают урожайность зерновых культур, что дает дополнительные доходы растениеводству. Кормопроизводство способствует сохранению почвенного плодородия, отметил председатель Объединенного ученого совета СО РАН по сельскохозяйственным наукам Н.И. Кашеяров.

Ученый выделил следующие факторы нестабильности кормопроизводства в Сибири:

- нарушение научно-обоснованных систем ведения отрасли;
- резкое сокращение объемов применения удобрений;
- вывод из эксплуатации оросительных и осушительных систем;
- прекращение работ с естественными кормовыми угодьями;
- увеличение доли старовозрастных многолетних трав в пашне;
- резкое сокращение площадей силосных культур;
- разрушение системы семеноводства многолетних трав;
- неудовлетворительный уровень ресурсного обеспечения отрасли;

– кадровый «голод» во всех звеньях кормопроизводства.

«Что касается последнего пункта, то это особенно важно и печально», — добавил ученый.

Основные производственно-экономические проблемы отрасли — это перерасход кормов, их высокая себестоимость, низкий уровень управления, отметил он. Земледелие в Сибири в значительно большей степени определяется небом, чем землей, резюмировал академик.

В презентации д. с.-х. н. Н.И. Кашеярова была представлена экспертная оценка основных факторов, определяющих величину урожая и возможную долю их влияния (%):

I. Погодные условия (количество осадков, время выпадения, температурный режим и др.) — 60%.

II. Агротехника (структура посевов, предшественники, сроки, способы посева, нормы высева, удобрения, средства защиты растений и т.д.) — 20–25%.

III. Культура, сорт (пластичность, устойчивость к болезням и вредителям, отзывчивость на средства интенсификации, качественные, потребительские свойства и др.) — 15–20%.

Ученый отметил, что даже при таких жестких условиях урожайность зерновых в лучших хозяйствах от Транссибирской магистрали на юг изменяется от 30–40 ц/га в лесостепи, до 20–25 ц/га в степной зоне.

«Сегодня мы уверены, что наша главная задача — не максимальный урожай любой ценой, а устойчивый по годам и экономически выгодный урожай», — заключил ученый.

По данным руководителя научного направления СФНЦА РАН, учреждениями Сибирского федерального научного центра агроботехнологий РАН на 2021 год созданы 121 сорт по 30 культурам, 14 сортов находится на ГСИ РФ и Казахстана. Только в СибНИИ кормов СФНЦА РАН создано почти 60 сортов и гибридов по 24 кормовым культурам. В их числе — костреч, клевер луговой, донник, эспарцет, суданка, кукуруза, бобы кормовые, житняк, а также просо, рыжик, горох полевой. В институте впервые в Сибири начата селекция рапса ярового (Восточно-Сибирский отдел) и созданы 4 сорта. Помимо этого, созданы первый уникальный сорт сои сибирского экотипа СибНИИ-315 и единственные в России сорта маральего корня (левзеи сафлоровидной) и нового вида клевера (паннонский). В СФНЦА РАН разработаны и освоены десятки высокоэффективных технологий в полевом, луговом кормопроизводстве, технологии заготовки кормов, подытожил академик.

Ю.Г. Седова

АРКАДИЙ ЗЛОЧЕВСКИЙ: «В РОССИИ ВАЛОВОЙ СБОР ЗЕРНА В ЭТОМ ГОДУ СОСТАВИТ 123–125 МЛН ТОНН»

Ситуацию на рынке зерна, ход уборочных работ в различных регионах РФ и перспективы текущего сельхозсезона обсудили участники пресс-конференции президента Российского зернового союза (РЗС) Аркадия Злочевского на тему «Зерновая отрасль России в условиях санкций: актуальная ситуация и урожай – 2022», прошедшей 08.08.2022 в МИА «Россия сегодня».

Средняя урожайность с гектара в текущем году составляет 42,6 ц, что существенно выше прошлогоднего показателя — около 32 ц/га, сообщил в ходе пресс-конференции президент РЗС Аркадий Злочевский. Он отметил, что на эти данные не следует ориентироваться как на средний показатель, так как всегда в стартовый период уборки урожайность достаточно высока, а затем снижается. По его мнению, в процессе уборочной кампании урожайность может достигнуть 36,1 ц/га, — в основном по причине дождливой погоды в ряде основных зернопроизводящих регионов России. В результате, средний показатель по потерям зерна по сумме факторов, с учетом рефакции, будет в районе 15%, отметил эксперт.

Отставание уборки от прошлогодних показателей составляет 8 млн т по собранному зерну и 7 млн га — по площади обмолота. Наиболее сложная ситуация сегодня в Поволжье, где отставание от показателей прошлого года составляет порядка 5 млн га, и в центре — около 1,8 млн га. Что касается Сибири, то там даже есть прибавка в темпах, отметил глава РЗС.

Аркадий Злочевский заострил внимание на дополнительных рисках, касающихся, прежде всего, подорожавших минеральных удобрений и сельскохозяйственной техники. Спикер отметил превысившую 10 тыс. руб. себестоимость пшеницы в ряде регионов страны из-за подорожания средств производства. «Те крестьяне, которые сейчас получают фураж, уже в убытках, — сказал он. — Если сплошной фураж при 10 тысячах рублей себестоимости — уже некупаемая позиция, то никакими продажами данные затраты не окупить. Проблема со временем будет только нарастать». По словам эксперта, снижение качества приведет к тому, что даже не придется пересматривать некоторые экспортные позиции, — попросту не будет достаточного количества ресурсов высоких кондиций для экспорта. «Ведь фураж у нас никто не покупает. Мы продаем на мировом рынке продовольственное зерно очень хороших кондиций, лучших по качеству, чем французское или немецкое. Наша пшеница славится высоким качеством», — уточнил спикер.

Несмотря на то, что обобщенный прогноз регионов по сбору зерна в этом году составляет 129 млн т, в том числе 83 млн т пшеницы, такие показатели достигнуты не будут, отметил Аркадий Злочевский. Однако в любом случае будет собрано больше, чем в прошлом году:



123–125 млн т — общий вал, и около 83–84 млн т пшеницы. «Рекордов ждать не стоит», — резюмировал глава РЗС.

Эксперт отметил излишнюю актуализацию темы влияния поставок украинского зерна на глобальную продовольственную безопасность. «Посмотрите прагматично на показатели, — предложил он участникам. — Я вам только назову цифры, и вы сразу поймете, какова цена вопроса. Речь идет об украинских поставках зерна. Якобы из-за спецоперации Украина не может отгрузить свое зерно, и мир лишился этого ресурса. Какого ресурса мир лишился?! Украина всегда делала акцент в своих отгрузках на международные рынки на фуражное зерно, в первую очередь, на кукурузу, — главную культуру в украинских поставках». По данным спикера, в июле прошлого года Украина отгрузила 3 млн 100 тыс. т зерновых, из которых пшеницы было только 600 тыс. тонн. А в июле этого сезона Украина отгрузила немногим более 1 млн 700 тыс. т зерновых, из них 368 тыс. т пшеницы, что на 232 тыс. т меньше, чем годом ранее. «Разве это существенный объем для мирового рынка месячных отгрузок? Мир вообще не способен заметить такие объемы. О чем здесь говорить? Зачем же нагнетать ситуацию? Это только загоняет цены вверх и пугает потребителей», — сказал эксперт. В результате, покупательская способность становится еще ниже, уточнил он. «На мой взгляд, необходимо прекратить все эти обсуждения, тем более что из портов Украины отгрузки уже начались», — заключил Аркадий Злочевский.

Ю.Г. Седова

МОЩНЫЙ СТАРТ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ В НОВОМ ГОДУ!

Agros 2023 expo

25-27 ЯНВАРЯ

МОСКВА, РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА, КОРМОВ, ВЕТЕРИНАРИИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
ЖИВОТНОВОДСТВА, СВИНОВОДСТВА, ПТИЦЕВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА

352 из 26
УЧАСТНИКА СТРАН

11317 из 82
ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ РФ

51 и 328
МЕРОПРИЯТИЕ СПИКЕРОВ

СТАТИСТИКА АГРОС 2022



Джаныбеков А. С., Министр сельского, водного хозяйства и развития регионов Кыргызской Республики, о выставке:

"Считаю, что это одна из уникальных площадок, где сельхозтоваропроизводители, в том числе переработчики и животноводы, получают возможность обмена информацией, контактами и доступа к сегодняшним достижениям".



Новое на АГРОС 2023

- Решения для аквакультуры
- Оборудование для комбикормовой промышленности и хранения зерна

ПОДРОБНЕЕ



agros-expo.com



Организатор: ООО "ДЛГ РУС"

+7 (495) 128 29-59

agros@dlg-rus.com

ЕЖЕГОДНЫЙ УРОЖАЙ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ СОСТАВЛЯЕТ ОКОЛО 1,75 МЛН ТОНН

Актуальные проблемы и перспективы развития отечественного бахчеводства обсудили участники пресс-конференции, прошедшей 28 июля на площадке ТАСС в Москве. Большой интерес аудитории вызвало выступление директора департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Романа Некрасова.

Традиционно урожай бахчевых культур, выращиваемый на протяжении последних лет в нашей стране, находится на стабильном уровне, отметил Роман Некрасов. По его данным, во всех категориях хозяйств в среднем их производится около 1,75 млн т в год. Специфика производства бахчевых культур в России заключается в том, что 65% (2/3 объема урожая) выращивают субъекты малого сельского предпринимательства, — прежде всего, личные подсобные хозяйства (ЛПХ), пояснил эксперт. А 35% от этого объема (в прошлом году — 670 тыс. т бахчевой продукции) производится в организованном секторе — крестьянских (фермерских) хозяйствах и сельхозорганизациях. «Если мы говорим о предложении на рынке, то



треть этого рынка у нас структурирована, понятна, зарегистрирована. И там мы знаем каждого производителя. Две трети составляют бахчевые культуры, выращенные на приусадебных участках наших граждан», — сообщил глава департамента Минсельхоза. Он напомнил, что традиционным местом произрастания арбузов и дынь являются южные регионы России в силу их природно-климатических условий. Так, практически половину всего объема бахчевых производит Астраханская область, достаточно серьезные объемы производства сосредоточены в Краснодарском и Ставропольском краях, Оренбургской и Саратовской областях, Волгограде, уточнил эксперт. По итогам 2021 года ввоз бахчевых культур в РФ составил порядка 82 тыс. т арбузов и 25 тыс. т дынь, сообщил он. «Основной импорт у нас идет из приграничных стран, находящихся несколько южнее, чем Россия, в том числе из Турции, Азербайджана, Казахстана, Узбекистана и других стран», — сказал спикер. Что касается экспорта, то в прошлом году было отправлено за рубеж порядка 35 тыс. т продукции, — в основном, в Республику Беларусь и Монголию, а также в страны Прибалтики. Работа по данному направлению сегодня идет весьма эффективно, отметил чиновник.

Новые геополитические риски, с которыми столкнулось сельское хозяйство РФ, привели к повышению цен на импортные семена, средства защиты растений, сельскохозяйственную технику и ее запчасти, пояснил спикер. «При этом ситуация на рынке у нас складывается

достаточно неплохо, поскольку импортная продукция тоже становится более дорогой. Тем самым внутренний рынок расчищается для наших аграриев», — уточнил он.

Эксперт отметил, что отрегулировать баланс на рынке призваны системы господдержки сельскохозяйственного производства. Он сообщил, что по решению Правительства РФ со следующего года будет запущен федеральный проект развития производства картофеля и овощей. «За счет мер государственной поддержки, направленных на стимулирование использования передовых технологий возделывания и хранения плодово-овощной продукции и картофеля, мы надеемся добиться равновесной ситуации и выполнения нашей основной задачи, — чтобы на столах россиян была свежая, вкусная и доступная по цене продукция российского производства», — резюмировал чиновник.

Представитель Минсельхоза заострил внимание на необходимости развития собственной селекции и семеноводства, и реализации этой задачи непосредственно на территории РФ. «Сейчас мы решаем вопрос завоза импортного семенного материала и импортных средств защиты растений. С удобрениями у нас все в порядке, — они, в основном, отечественного производства. Хочу отметить и подчеркнуть, что никаких критичных рисков мы не видим. Идет плановая работа по формированию и подготовке следующего полевого сезона по всем сельскохозяйственным культурам. В том числе — по бахчевым», — подытожил Роман Некрасов.

Ю.Г. Седова

СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРИОБРЕТЕНИЯ АГРАРИЯМИ НОВОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ – ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Проблемы и перспективы технико-технологического обеспечения отечественного АПК обсудили участники круглого стола, прошедшего 11.07.2022 в Совете Федерации.

Развитие аграрного сектора страны во многом определяется повышением эффективности сельского хозяйства за счет внедрения современных агротехнологий и расширения парка сельскохозяйственных машин и оборудования для глубокой переработки, отметил в ходе круглого стола первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Сергей Митин.

По данным Минсельхоза России, на текущий момент у предприятий агропромышленного комплекса имеется около 430 тыс. тракторов, из них 63,3% импортного производства (в том числе и производства Республики Беларусь), а также свыше 123 тыс. зерноуборочных комбайнов, из которых 15,03% импортных и более 15 тыс. кормоуборочных комбайнов, в их числе 25,71% импортных. По данным органов управления АПК России, в структуре парка сельхозтехники наблюдается тенденция увеличения эксплуатируемой более 10 лет техники. В текущем году по тракторам эта доля составила 57%, по зерновым комбайнам — 46%, по кормоуборочным комбайнам — 44%, сообщил сенатор. По его словам, в условиях усиления санкционного давления ощущается дефицит импортной сельскохозяйственной техники и запчастей к ней.

«В этом году мы видим достаточно серьезные сложности и риски по выполнению наших планов по модернизации, заявленных в конце прошлого года», — отметил директор департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России Роман Некрасов. Ситуация усугубляется тем, что ряд компаний, представляющих, в основном, недружественные страны, прекратил поставки сельскохозяйственной техники и запасных частей на территорию Российской Федерации, кроме того, значительную часть отечественной техники занимают иностранные комплектующие и расходные материалы, пояснил он. Министерство сельского хозяйства РФ совместно с Минпромторгом России, дилерским сообществом и «Росагролизингом» работает над обеспечением потребностей, о которых сегодня заявляет АПК страны, проинформировал чиновник. Он привел данные Ассоциации дилеров сельскохозяйственной техники «АС-ХОД», согласно которым в 2022 году (с января по май) поставки тракторов в Россию сократились практически в два раза, до 945 штук, за счет уменьшения импорта из недружественных стран, а зерноуборочных комбайнов — всего на 10%, преимущественно из-за запчастей.

«Что предпринимает министерство? Прежде всего, наша задача — максимально облегчить ввоз сельскохозяйственной техники из-за рубежа на территорию Российской Федерации. В этой связи мы вышли с инициативой обнуления ввозных пошлин на сельхозтехнику, и нас уже поддержали», — сказал спикер. Он сообщил, что в настоящее время готовится еще пакет предложений по этому направлению, отметив, что к ввозу запча-

стей сельхозтехники в нашу страну следует также подключить дилерское сообщество. Эксперт напомнил, что в связи с этим «Росагролизингом», — по разрешению Министерства сельского хозяйства РФ, — был запущен проект по выдаче льготных кредитов дилерам сельхозтехники на закупку запчастей. В текущем году у производителей имеются определенные наработки, поэтому больших рисков в плане проведения уборочной и посевной кампаний быть не должно, но на следующий год нужны будут кардинальные решения, в том числе по выстраиванию новых логистических цепочек поставок сельхозтехники, отметил он. «Мы ждем от коллег из Минпромторга самой активной реализации программы импортозамещения, прежде всего по расходным материалам и запчастям. Необходимо понимать, что без этих объемов мы не сможем обеспечить работоспособность импортной техники», — пояснил чиновник. Он сообщил, со ссылкой на данные региональных органов управления АПК на 08.07.2022, что отечественные аграрии приобрели 6,4 тыс. тракторов против 8,1 тыс. на аналогичную дату 2021 года (на треть меньше). А также — 2,6 тыс. зерноуборочных комбайнов против 3 тыс. годом ранее (на 13,3% меньше) и 297 кормоуборочных — против 232, приобретенных в прошлом году. «По прочей сельхозтехнике, если посчитать все вместе, то 22,1 тысяч единиц было приобретено в 2021 году, 18 тысяч единиц — в текущем году», — уточнил спикер. По его словам, пока большого снижения нет, тем не менее, серьезно беспокоят риски недопоставок запасных частей и прекращение поставок техники, которая на территории нашей страны не производится. Министерство сельского хозяйства РФ видит свою основную задачу в создании и поддержании инструментов для приобретения сельхозтоваропроизводителями новой сельскохозяйственной техники и обновления машинно-тракторного парка, отметил Роман Некрасов.

Ю.Г. Седова



СТОИТ СТРЕМИТЬСЯ К УВЕЛИЧЕНИЮ ПРОЦЕНТА ВОЗВРАТА ОРГАНИКИ В ПОЧВУ



Артур Андреевич, принятие данного закона — серьезный шаг вперед для отрасли АПК. Каково ваше мнение на этот счет?

Стоит отметить, что на территории Российской Федерации всегда осуществлялось государственное регулирование и контроль за обращением с органосодержащими отходами (к которым, в том числе, относятся отходы животноводческих комплексов).

Так, в соответствии с п. 3385 СанПиН 3.36.86-21 допускается внесение в почву только гарантированно обезвреженных от возбудителей паразитов органических удобрений на основе навоза и помета животных. Применение навоза и помета животных для удобрения сельскохозяйственных угодий и теплиц без обработки, обеспечивающей обеззараживание, не допускается.

Принят ряд государственных стандартов, регламентирующих получение органических удобрений на основе навоза животных или помета птиц. При этом контрольно-надзорными органами зачастую выявлялось несоблюдение санитарно-эпидемиологического законодательства в части обращения с отходами животноводческих комплексов.

Однозначно в нынешних реалиях принятие закона не является лишним. При этом до вступления в силу данного Федерального закона предполагается разработка подзаконных актов, регламентирующих требования к обращению побочных продуктов животноводства и порядок отнесения навоза животных и помета птиц к побочным продуктам животноводства или отходам. Поэтому утверждать, что навоз животных или помет птиц перестали считаться отходами, на данном этапе преждевременно.

Закон рассорил экологов, депутатов и власти. В Росприроднадзоре заявили, что инициатива опасна для окружающей среды. Почему так трудно шло принятие закона?

Разработка нормативных документов подобного рода обычно вызывает неоднозначную реакцию не только среди представителей власти, но также общественности, научного и отраслевого сообщества, что зачастую приводит к достаточно бурным общественным обсуждениям. Органы власти и ведомства, тем или иным образом касающиеся в своей деятельности данного вопроса, в плодотворных дискуссиях вырабатывали наиболее приемлемое решение.

Определенно, нововведение избавит в следующем году аграриев от лишних затрат. Что бы вы ответили скептикам по данному вопросу?

С первого марта будущего года вступит в силу закон, позволяющий аграриям применять навоз и помет в сельхозпроизводстве. Теперь побочные продукты животноводства не являются отходами, хотя их хранение допустимо только на отдельных площадках. Почему эта тема столь важна, мы обсудили с заместителем руководителя проектного офиса «Экология» ООО «НПО «Квантовые технологии» А.А. Белобородовым.

С учетом того, что данный закон подразумевает, что хозяйствующие субъекты самостоятельно производят отнесение навоза животных/помета птиц к отходам или побочному продукту, достоверно прогнозировать снижение затрат не представляется возможным. Добросовестные сельскохозяйственные производители продолжат нести расходы на дезинвазию отходов животноводческих комплексов в установленном действующим законодательством порядке. В случае выявления нарушений по данной части однозначно будут приниматься меры со стороны контрольно-надзорных органов.

Возможно ли в обозримом будущем, что органические удобрения заменят химию? Насколько это существенно для экологии в целом?

В ближайшее время, скорее всего, невозможно. Масштабирование органического земледелия на территории Российской Федерации связано с определенными трудностями, в том числе с адаптацией технологий к местным условиям, использованием препаратов и агрохимикатов, разрешенных к применению в органическом производстве.

Кроме того, вынос питательных веществ из почвы на сегодняшний момент весьма значителен, что не позволяет полностью отказаться от применения минеральных удобрений. Тем не менее, к увеличению процента возврата органики в почву стоит стремиться и продолжать проводить работу по данному направлению.

Какие зоны развития, в связи с принятием закона, ждут вашу компанию?

Наша организация занимается переработкой навозов и пометов в органическое удобрение не первый год и всегда руководствуется нормами действующего законодательства.

Еще до принятия закона «О побочных продуктах животноводства...» ООО «НПО «Квантовые технологии», имея необходимые документы, производило и предлагало к приобретению препарат «Полиаминол», при обработке которым отход становится продуктом, пригодным к вовлечению в хозяйственный оборот.

Надеемся, что с каждым годом ответственность компаний-сельхозпроизводителей в части соблюдения законодательства в сфере экологии будет повышаться и, вместе с тем, улучшаться качество жизни населения.


ПОЛИАМИНОЛ

ООО «НПО «Квантовые технологии»
119 019, г. Москва, Филипповский пер.,
д. 13, стр.1, тел. +7 (495) 988-72-55
www.polyaminol.ru



Федеральное казенное предприятие « Армавирская биологическая фабрика»

ФКП «Армавирская биофабрика» – ведущее предприятие биологической отрасли России, в ассортименте портфеле которого широкая линейка химико-фармацевтических, иммунобиологических, диагностических, стимулирующих препаратов для ветеринарии и медицины.

Биофабрика располагает квалифицированными кадрами, современным парком технологического оборудования, комплексом чистых производственных помещений и лабораториями, оснащёнными высокоточным контрольно-измерительным оборудованием.

Продукция предприятия соответствует высоким стандартам GMP, а система менеджмента качества сертифицирована на соответствие международному стандарту ISO 9001:2015.

Деятельность предприятия многогранна: производство препаратов, научные изыскания, создание и регистрация новых продуктов в рамках целевой программы импортозамещения.

ФКП «Армавирская биофабрика» поставляет продукцию во все регионы России, страны ближнего и дальнего зарубежья.



352212, Краснодарский край, Новокубанский р-н, Прогресс п, Мечникова, 11 ФКП
«Армавирская биофабрика»
Телефон: +7 (86195) 2-12-11
e-mail: arm bio@mail.kuban.ru, сайт <http://armbio.bio/>, <http://armbio.info/>

ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ВЕТЕРИНАРИИ И ЗООТЕХНИИ – КЛЮЧЕВАЯ ЗАДАЧА ИНСТИТУТА ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ ОМСКОГО ГАУ



Об истории и традициях, достижениях и перспективах Института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина мы побеседовали с директором ИВМиБ, доктором ветеринарных наук С.В. Черниговой.

Светлана Владимировна, расскажите, пожалуйста, об истории Института ветеринарной медицины, его структуре и преподавательском составе.

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии (ИВМиБ) Омского ГАУ — один из старейших вузов России, где ведется подготовка ветеринарных врачей. А точнее, третий. Первым был ветеринарный вуз в Санкт-Петербурге, вторым — в Казани, а уже потом — в Омске. У истоков образования нашего института стояли выдающиеся ученые Казанского ветеринарного института: профессора К.Р. Викторов, Л.С. Сапожников, доцент Л.А. Фадеев, ассистенты А.И. Акаевский, А.Д. Бальзаментов, М.П. Калмыков, А.Д. Васильевский, А.А. Ардашев и С.П. Скворцов. Развиваясь вместе со страной, наш институт решал задачи, связанные с подготовкой высококвалифицированных кадров в области ветеринарии и зоотехнии (страна всегда испытывала дефицит в них — как сто лет назад, так и сейчас) и обеспечением эпизоотического благополучия.

В 1994 году произошло объединение Сельскохозяйственного, Ветеринарного институтов, Школы повышения квалификации и создание Омского госу-

дарственного аграрного университета. В настоящее время ректором Омского ГАУ является доктор экономических наук, профессор Оксана Викторовна Шумакова.

Сегодня ИВМиБ, являясь структурным подразделением Университета, имеет в составе два факультета — факультет ветеринарной медицины и факультет зоотехнии, товароведения и стандартизации.

В июле 2022 года состоялся 146-й выпуск по специальности Ветеринария. За свою более чем столетнюю историю наш институт подготовил более 30 тысяч ветеринарных врачей как для нашего региона, так и для других областей России, а также ближнего и дальнего зарубежья.

Традиционно наш институт отличается сильным профессорско-преподавательским составом. Остепенность сотрудников — около 98%, 16 докторов наук. У нас активно работает диссертационный совет, при этом ученые института принимают участие в работе других диссертационных советов в качестве официальных оппонентов и ведущей организации, — это говорит о том, что наши научные труды хорошо известны в российской научной среде, актуальны и востребованы.



Студенты и преподаватели Сибирского ветеринарного института, 1933 г.



Профессор Ю.Ф. Юдичев на лекции, 1972 г.

Какие традиции вуза, имеющего столетнюю историю, на Ваш взгляд, наиболее ценны сегодня?

Несомненно, более чем столетняя история нашего института — это и гордость, и серьезная ответственность. Мы помним и чтим наших учителей. Опыт преподавания многих дисциплин передается через поколения от учителя к ученикам. Не случайно своим девизом мы выбрали фразу «Сохраняя традиции, создаем будущее!». Считаю, что именно академическое преподавание базовых дисциплин — анатомии, физиологии, фармакологии, микробиологии и других — позволяет формировать у студента самое ценное — врачебное мышление, делает его уверенным и способным принимать рациональные решения в сложных, а порой экстремальных ситуациях. Имея сильные научные школы по основным научным специальностям, мы стараемся сохранять классический стиль преподавания дисциплин, заложенный нашими учителями.

Еще одной традицией в нашем институте являются ежегодные встречи выпускников, которые проходят ориентировочно в третью пятницу июня. Официальные встречи планируются спустя 15 лет после окончания вуза, а затем — каждые 5 лет. В альма-матер собираются выпускники со всех уголков России и других стран мира. Традиционно встречи проходят в теплой, дружеской атмосфере. Выпускники знакомятся с сегодняшней жизнью института, вспоминают преподавателей, студенческие годы, которые, конечно, остаются для всех самыми счастливыми, яркими и трогательными. Не стал исключением и этот год. 17 июня в стенах института собрались более 250 выпускников, — с особой гордостью и радостью мы встретили четырех выпускников 1962 года. Для участия в таких встречах мы всегда привлекаем студентов, чтобы они «пропитывались» духом корпоратив-

ного братства. Считаю, что это очень важно и нужно всем поколениям наших выпускников и студентов.

Какие изменения произошли с ИВМиБ за последние годы? Ощутили ли вы негативное воздействие пандемии?

Повторю, наш вуз живет и развивается вместе со страной, все изменения и реформы, проходящие в нашей стране, не могут не отражаться на деятельности института. Самое главное, что всегда был «костяк» сильных и авторитетных ученых, вокруг которых формировался остальной коллектив. Именно такое единство помогало институту сохраняться и развиваться во все времена.

Нам удалось научиться жить и работать по законам рынка. Правильно это или нет, обсуждать не буду, но отмечу, что самое непростое в этих условиях — это «перестроить свои мозги», провести диверсификацию имеющихся научных направлений, понять, как можно встроиться в федеральную повестку. Не секрет, что сегодня финансирование науки идет исключительно через гранты, — мы потихоньку учились их писать, — и сейчас пошли первые результаты, причем как небольшие, так и очень серьезные.

Сегодня мы прилагаем максимум усилий, чтобы минимизировать разрывы между теоретическими и практическими составляющими клинических дисциплин. С этой целью мы активно привлекаем производственников к обновлению основных образовательных программ, формированию актуальных тематик курсовых и выпускных квалификационных работ, проведению аудиторных занятий, государственной итоговой аттестации.

Пандемия стала для нас определенным вызовом, проверкой на прочность. Конечно, в первое время было



Фотографии со встречи выпускников 17 июня 2022 года

чрезвычайно сложно, так как учить врача в дистанте — это нонсенс. Но когда первый стресс прошел, стали думать, каким образом (по возможности безболезненно для образовательного процесса) можно переключить учебные планы дисциплин, придумывать, как в сложившихся условиях максимально продуктивно доносить информацию студенту. Многие преподаватели проявляли чудеса мастерства и профессионализма в разработке курсов дисциплин именно для такого формата. Так, например, они со студентами рисовали и лепили из пластилина органы, разбирая особенности структур и процессов, проходящих в них. А как только появилось небольшое послабление, и вузы получили возможность выбирать, работать в очном формате или дистанте, мы однозначно выбрали первый вариант. Поэтому дистанционная форма обучения была у нас сравнительно недолго, и при первой возможности мы вернулись в аудиторию. Конечно, были трудности с иностранными студентами, отсутствием устойчивого интернета в регионах, тем не менее, вуз продолжал работать, а возникающие вопросы с каждым студентом мы решали точно.

Да, были и потери, особенно, среди студентов младших курсов, которые переставали выходить на связь, а потом отчислялись, но, к счастью, это не носило массового характера, и нам удалось справиться с этим вызовом.

В чем заключаются основные направления научно-исследовательской работы, а также — перспективы дальнейшего развития Института?

Сегодня научные школы под руководством ведущих ученых нашего института имеют в портфеле научных разработок большое количество научных проектов. Расскажу о некоторых из них.

В настоящее время разработаны и сейчас проходят клинические испытания лекарственные средства для экологического животноводства. Полученные результаты позволяют в разы снижать антибактериальную нагрузку на одно животное. Следовательно, этот проект направлен в том числе на снижение антибиотикорезистентности у человека, получающего антибиотики с продуктами питания. Руководит этим направлением заведующая кафедрой диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, доктор ветеринарных наук Татьяна Владимировна Бойко.

Серьезные научные исследования на протяжении многих лет проводятся на кафедре ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней под руководством заведующей кафедрой, доктора ветеринарных наук, профессора Валентины Ивановны Плешаковой. Ученые изучают этиопатогенез острых кишечных заболеваний телят, а также разрабатывают эффективные схемы лечения и профилактики в условиях животноводческих хозяйств Омской области. Они проводят бактериологический мониторинг антибиотикорезистентных микроорганизмов, персистирующих в организме сельскохозяйственных животных, а также выделенных из различных биотопов объектов животноводческой инфраструктуры; осуществляют контроль за распространением резистентных штаммов бактерий.



День СибАгро, 2021

Исследователи планируют провести полногеномный анализ выделенных устойчивых культур, изучают клинико-эпизотологические особенности основных коронавирусных инфекций собак и кошек, определяют роль возбудителей в патологии пищеварительной и респираторной систем.

Научная школа профессора Людмилы Карповны Геруновой занимается изучением токсичности и потенциальной опасности пестицидов и микотоксинов. Исследования направлены на выявление изменений в органах и тканях животных при отравлении токсикантами. В течение многих лет ведется поиск средств и методов сорбционной терапии при отравлениях животных. Внедрение результатов научных исследований позволит снизить экологический прессинг на сельскохозяйственных животных, повысить их продуктивность и сохранность, а также рационализировать подходы к терапии при отравлениях животных-компаньонов.

Еще одно направление, которое развивается в институте — это разработка средств и методов для лечения животных с хирургической патологией. Этими исследованиями занимаюсь я со своими учениками в рамках научной школы «Экспериментальная и клиническая хирургия животных». В настоящее время нами проводится ряд исследований совместно с учеными Омского медицинского университета по апробации уникального материала, усиливающего регенерацию костной и хрящевой тканей при развитии дегенеративных процессов в крупных суставах.

Отдельным научным блоком являются исследования, направленные на повышение качества кормов для продуктивных животных и птицы, проведение генетических исследований и селекционной работы по улучшению крупного рогатого скота герефордской породы.

На эту тему я могу говорить бесконечно. Поэтому в завершение только отмечу, что научный портфель института соответствует исследованиям мирового уровня, что подтверждается соответствующего уровня публикациями, патентами, выигранными грантами.

Если говорить о перспективах развития, то поделюсь своей самой заветной мечтой (меня очень радует, что ее разделяют мои коллеги). Я мечтаю о создании «Сибирского центра здоровья животных» (конечно, это рабочее название) — образовательного и научного центра компетенций, с современными лабораториями мирового уровня, учебно-производственными площадками, на которых будут представлены самые передовые техно-

логии промышленного и персонализированного зооветеринарного обеспечения. Такой Центр должен стать привлекательным и для ученых, и для обучающихся, и для бизнеса, испытывающего острую нехватку ветеринарных врачей и фельдшеров, зоотехников. К сожалению, в наш регион ветврачи из вузов центральной России не приезжают... Я уверена, что только такие яркие проекты в силах остановить отток молодежи в центральную часть страны. Ведь это уже не проблема, а беда: на многих предприятиях нет профессиональных ветеринарных врачей и зоотехников, а на их должностях работают люди без профильного образования! Так что здесь же решение вопроса продовольственной безопасности. Конечно, такой проект не осилить одному региону, для его реализации необходима государственная поддержка и серьезные инвестиции. Я верю, что многие руководители агрохолдингов понимают: без создания такого «артезианского колодца», из которого они смогли бы регулярно «черпать» новые кадры, не получится расширить бизнес. Можно построить высокотехнологичные комплексы, закупить дорогих племенных животных, но если не будет специалистов, которые станут работать в таких комплексах, бизнес не состоится, а потраченные деньги просто «улетят в трубу».

Расскажите, пожалуйста, о сегодняшних достижениях ИВМиБ.

Сегодняшние достижения института неразрывно связаны с университетом. Так, недавно стали известны итоги отбора комплексных научно-технических проектов, которые будут реализованы в рамках подпрограммы «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы. Проект «Разработка и внедрение программы направленной селекционно-племенной работы по формированию высокопродуктивного племенного стада крупного рогатого скота мясного направления на основе маркерной и геномной селекции» вошел в число шести победителей со всей России. Руководителем проекта является декан факультета зоотехнии, товароведения и стандартизации, доктор экономических наук Ольга Виталиевна Косенчук. В течение следующих восьми лет в Омском ГАУ совместно с племенным хозяйством ООО «Дружба» Марьяновского рай-

она будет проводиться селекционно-племенная работа по улучшению крупного рогатого скота герефордской породы. Общая сумма финансирования составит 802,4 млн рублей.

Средства пойдут на строительство, обустройство животноводческого комплекса и содержание опытных групп животных, создание лабораторий, проведение исследований и подготовку кадров. В 2023 году планируется создание Регионального научно-практического центра в сфере животноводства. Здесь будут сосредоточены генетические исследования и селекционная работа, а также исследования качества продукции и кормов.

В рамках генотипирования и улучшения генетического потенциала животных будет создана база данных генотипов животных, включающая более 3400 генетических паспортов животных. Для подготовки кадров по новой образовательной программе «Современные геномные технологии в селекции крупного рогатого скота» проектом предусмотрена разработка дополнительных профессиональных программ (программа повышения квалификации и программа профессиональной переподготовки). Всего планируется обучить 140 специалистов.

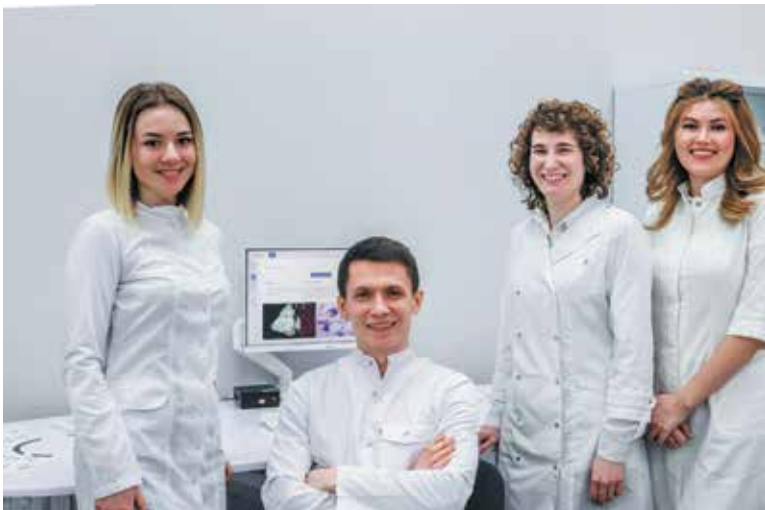
Это, на мой взгляд, самое значимое достижение последних лет.

С какими игроками рынка АПК сотрудничает ИВМиБ?

Мы активно сотрудничаем с агрохолдингами нашего региона и близлежащих областей. Хочется назвать такие предприятия как Группа ПРОДО (Омский Бекон, птицефабрика Сибирская), СибАгро, Юбилейный, Руском Агро, конезавод «Омский». Это основные наши партнеры, которые обладают передовыми технологиями в животноводстве, свиноводстве и птицеводстве. Они готовы делиться практическим опытом, предоставлять обучающимся и преподавателям возможность для прохождения стажировок, практик, принимать участие в популяризации профессий АПК, поддерживать студентов в исследовательских разработках, открыты для сотрудничества. Мы искренне благодарны нашим партнерам за поддержку и участие в совместных проектах.

По каким направлениям проводится подготовка кадров? На какие факультеты сегодня самый большой конкурс?

Как я уже говорила, в структуру ИВМиБ входит два факультета — факультет ветеринарной медицины и факультет зоотехнии, товароведения и стандартизации. Основными направлениями подготовки на сегодняшний день являются: специалитет по Ветеринарии, бакалавриат и магистратура по Ветеринарно-санитарной экспертизе, бакалавриат и магистратура по Зоотехнии, бакалавриат и магистратура по Стандартизации и метрологии. В общей сложности на бюджетные места мы набираем 365 человек. А вот с конкурсом становится все сложнее... При одновременном прохождении в несколько вузов мы не всегда бываем в приоритете у абитуриентов. Выпускники школ и колледжей с высоки-



Студенты факультета ветеринарной медицины ИВМиБ, 2022



На встрече выпускников ИВМиБ Омского ГАУ, 17.06.2022

ми баллами активно уезжают. Конечно, мы не сдаемся, проводим круглый год массированную профориентационную кампанию, знакомим будущих абитуриентов и их родителей с нашими достижениями.

Выпускники ИВМиБ сегодня высоко востребованы на рынке труда. Помогает ли (и если да, то каким образом) им вуз в трудоустройстве?

Да, вы абсолютно правы, на сегодняшний день ветеринарные врачи, зоотехники чрезвычайно востребованы и в нашем регионе, и далеко за его пределами. В настоящее время мы имеем большое количество официальных заявок от передовых агрохолдингов на наших выпускников, — причем число заявок превышает реальное количество выпускников. В трудоустройстве наших ребят вуз принимает огромное участие. Так, в течение года регулярно с выпускными курсами проводятся соответствующие мероприятия, в рамках которых работодатели имеют возможность лично встретиться со студентами, рассказать о своем предприятии, о преференциях, гарантиях и льготах, которые предоставляются организацией молодым специалистам. На протяжении последних трех лет мы проводим «Конкурс-аукцион» — это площадка, на которую приезжают представители предприятий АПК, государственных экспертных и надзорных служб, где студенты представляют свои портфолио, а работодатели получают возможность личного контакта с ними. Помимо этого, у нас проходят «дни» предприятий. Например, «День СибАгро в ИВМиБ» — настоящий праздник, к которому мы тщательно готовимся. Студенты, по заранее согласованным с предприятиями темам, делают презентации, представители холдинга определяют

наиболее понравившиеся из них, ребята получают подарки, ценные призы. Также у нас имеется платформа, куда мы выкладываем заявки от работодателей со всех уголков России, — к этому ресурсу у наших студентов и выпускников имеется круглосуточный доступ.

Актуальна ли в настоящее время проблема дефицита сельхозкадров, на Ваш взгляд?

Считаю, что дефицит кадров для сельского хозяйства увеличивается с каждым годом, и это уже реальность, актуальная для всех регионов страны. Работа в сельском хозяйстве всегда была нелегкой, да и условия жизни в сельской местности не способствуют выбору в пользу такого трудоустройства. Молодежь сегодня чрезвычайно мобильна, легко меняет работу, ищет и достойные условия труда, и достойную оплату. Отчасти возвращаемся опять к проекту о создании в регионе центра компетенций, о котором говорила чуть выше.

Поделитесь, пожалуйста, планами на ближайшее будущее.

В ближайших планах — достойно отработать выигранные гранты и, в результате, создать современные лаборатории для обучения наших студентов. А также — продолжить реализацию проектов с нашими индустриальными партнерами по модернизации специализированных аудиторий. В целом, планируем продолжать подготовку востребованных специалистов в области ветеринарии и зоотехнии для обеспечения ветеринарного и продовольственного благополучия страны.

Ю.Г. Седова



На открытии аудиторий от Группы ПРОДО, январь 2022

Парофор® 70

Паромомицина сульфат

Эталонный препарат для лечения
неонатальной диареи телят



**Препарат выбора
при криптоспориidioзе телят**



**Антипротозойное
и антибактериальное действие**



Водорастворимые гранулы



Удобное и точное дозирование

УДК 619:616.36-002:615.322

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-36-39

В.С. Понамарев,
А.М. Лунегов ✉

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

✉ secretary@spbguvm.ru

Поступила в редакцию:
19.05.2022

Одобрена после рецензирования:
01.08.2022

Принята к публикации:
16.08.2022

Перспектива использования гепатотропной LOLA-терапии в ветеринарной практике

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На сегодняшний день имеется достаточно работ, посвященных изучению влияния LOLA-терапии при гепатопатиях различного генеза, однако они посвящены исследованиям в медицине или на лабораторных животных.

Методы. Для включения в эксперимент были проведены скрининговые исследования плазмы крови лошадей (подобранных по принципу аналогов) на уровень гамма-глутамилтрансферазы. Критерием включения являлось значение активности гамма-глутамилтрансферазы в сыворотке крови более 22 Ед/л (верхний предел референтного интервала). В результате скрининговых исследований было выявлено 20 животных, удовлетворяющих условиям включения в эксперимент, которые были разделены на две паритетные группы. Первая группа являлась интактной. Второй группе в качестве гепатотропной терапии назначался L-орнитин L-аспарат в дозировке 0,05 г/кг массы тела перорально (в виде порошка, предварительно растворенного в воде) 1 раз в сутки в течение 28 дней.

Результаты. На 7-й день эксперимента уровень ГГТ снизился в среднем на 5,63% по сравнению с контролем, на 14-й день — на 12,45%, на 21-й день — на 15,95%, в конце эксперимента — на 20,09%. Начиная с 14-го дня терапии количество ГГТ в опытной группе соответствовало референсным значениям. Данные клинических испытаний подтверждают тезис о том, что LOLA обладает гепатопротекторными свойствами при гепатопатиях различного генеза, что доказывается достоверным уменьшением уровня ГГТ в сыворотке крови в ходе эксперимента. Для подтверждения этих первоначальных результатов необходимы более масштабные исследования с разнообразием дизайнов, а также сравнение с другими органоспецифичными показателями. Таким образом, применение гепатотропной терапии LOLA при заболеваниях печени получает новое обоснование для использования в ветеринарии.

Ключевые слова: гепатотропная терапия, гепатопатии, печень, гамма-глутамилтрансфераза, LOLA-терапия

Для цитирования: Понамарев В.С., Лунегов А.М. Перспектива использования гепатотропной LOLA-терапии в ветеринарной практике. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-36-39>

© Понамарев В.С., Лунегов А.М.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-36-39

Vladimir S. Ponamarev,
Alexander M. Lunegov ✉

St. Petersburg State University of Veterinary
Medicine, St. Petersburg, Russian
Federation

✉ secretary@spbguvm.ru

Received by the editorial office:
19.05.2022

Accepted in revised:
01.08.2022

Accepted for publication:
16.08.2022

Prospects for the use of hepatotropic LOLA therapy in veterinary practice

ABSTRACT

Relevance. There are enough works devoted to the LOLA therapy in treatment of hepatopathy of various origins, however, these works are devoted to research in medicine or in laboratory studies of animals.

Methods. For inclusion in the experiment, screening studies of the blood plasma of horses for the level of gamma-glutamyltransferase were carried out. The inclusion criteria was the value of the activity of glutamyltransferase in blood serum more than 22 U/l (upper limit of the reference interval). As a result of screening studies, 20 animals for inclusion in the experiment were identified, which were divided into two parity groups. The second group received L-ornithine L-aspartate as hepatotropic therapy at a dosage of 0.05 g/kg of body weight orally (in the form of a powder, previously dissolved in water) once a day for 28 days.

Results. On the 7th day of the experiment, the GGT level decreased by an average of 5.63% compared to the control, on the 14th day — by 12.45%, on the 21st day — by 15.95%, at the end of the experiment — by 20.09%. Beginning on day 14 of therapy the amount of GGT in the experimental group reached reference values. Clinical trial data support the thesis that LOLA has hepatoprotective properties in cases of hepatopathy of various origins, which is proved by a decrease in the level of GGT in the blood serum. Larger studies with a variety of designs, as well as comparison with other organ-specific measures, are needed to confirm these initial results. Thus, the use of LOLA hepatotropic therapy in liver diseases receives a new justification for use in veterinary medicine.

Key words: hepatotropic therapy, hepatopathy, liver, gamma-glutamyl transferase, LOLA therapy

For citation: Ponamarev V.S., Lunegov A.M. Prospects for the use of hepatotropic LOLA therapy in veterinary practice. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-36-39> (In Russian).

© Ponamarev V.S., Lunegov A.M.

Введение/Introduction

Вариативность и широкая распространенность заболеваний печени у животных ставит в приоритет разработку новых схем лечения подобных патологий. Расширение ассортимента протоколов фармакокоррекции гепатопатий различного генеза является одной из актуальнейших задач ветеринарной науки.

Одним из перспективнейших соединений, ограниченно используемых в ветеринарии по причине небольшого числа клинических исследований, является L-орнитин L-аспартат.

LOLA (L-орнитин L-аспартат) представляет собой смесь эндогенных аминокислот с выраженной способностью ускорять выведение различных ксенобиотиков гепатоцитами при заболеваниях печени различного генеза [1–3].

Принципиальный механизм действия LOLA, лежащий в основе его детоксикационных свойств поглотителя при гепатопатиях различного генеза, включает удаление одного из конечных продуктов метаболизма ксенобиотиков — аммиака — с помощью 2 различных механизмов, а именно через синтез мочевины (так как L-орнитин является промежуточным продуктом метаболизма в цикле мочевины) перипортальными гепатоцитами и через синтез глутамина с помощью фермента глутаминсинтетазы, локализованного в перивенозных гепатоцитах [4, 5].

По результатам исследований, терапия экспериментальных хронических заболеваний печени с помощью LOLA приводит к значительному (трехкратному) увеличению уровня глутамин в плазме в результате двухступенчатой реакции, включающей переаминирование L-орнитина в глутамат, являющийся обязательным субстратом для активации глутаминсинтетазы. Другой важный продукт биотрансформации глутамата, полученного из LOLA, глутатион (GSH), является мощным антиоксидантом [6, 7].

Одним из наиболее презентативных показателей дисфункции печени является сывороточная гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ). Внутриклеточно фермент в меньшей степени локализован в цитозоле; большая часть интегрирована в клеточную мембрану. Там он служит для транспорта аминокислот и пептидов через клеточную мембрану, катализируя перенос остатков γ -глутамила от пептидов или пептидоподобных соединений к специфическим акцепторам. Акцепторами являются аминокислоты, пептиды или вода [8, 9].

Кроме того, ГГТ играет роль в регуляции внутриклеточных уровней глутатиона [10]: она переносит глутамиловый остаток глутатиона к акцепторам, что инициирует расщепление глутатиона. Таким образом, цистеин, содержащийся в глутатионе, может транспортироваться в клетку и перерабатываться. ГГТ также служит для выброса чужеродных

веществ, которые были связаны глутатионом в клетке [11, 12].

Цель данного исследования — оценить влияние LOLA-терапии на уровень гамма-глутамилтрансферазы при превышении ею пределов референсных интервалов у лошадей.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводились в нескольких КСК Псковской области. Для включения в эксперимент были проведены скрининговые исследования плазмы крови 60 кобыл возрастом от 10–15 лет спортивных помесей (подобранных по принципу аналогов) на уровень гамма-глутамилтрансферазы. Отбор крови осуществлялся согласно правилам асептики из яремной вены с использованием девятимиллиметровых вакуумных пробирок «Vacuette Premium» с диоксидом кремния и разделительным гелем. Исследование проводилось в государственном бюджетном учреждении «Псковская областная ветеринарная лаборатория». Использовался набор для определения активности гамма-глутамилтрансферазы кинетическим колориметрическим методом в сыворотке крови (с использованием набора «Диакон-вет», Россия; согласно инструкции по применению) с использованием спектрофотометра «ЭКРОСХИМ ПЭ-5300ВИ».

Критерием включения являлось значение активности гамма-глутамилтрансферазы в сыворотке крови более 22 Ед/л (верхний предел референтного интервала для данной группы животных) [13]. В связи с инструкцией по использованию набора, предоставленными референс-

Таблица 1. Активность гамма-глутамилтрансферазы в сыворотке крови лошадей в ходе эксперимента (в Ед/л, n = 10)

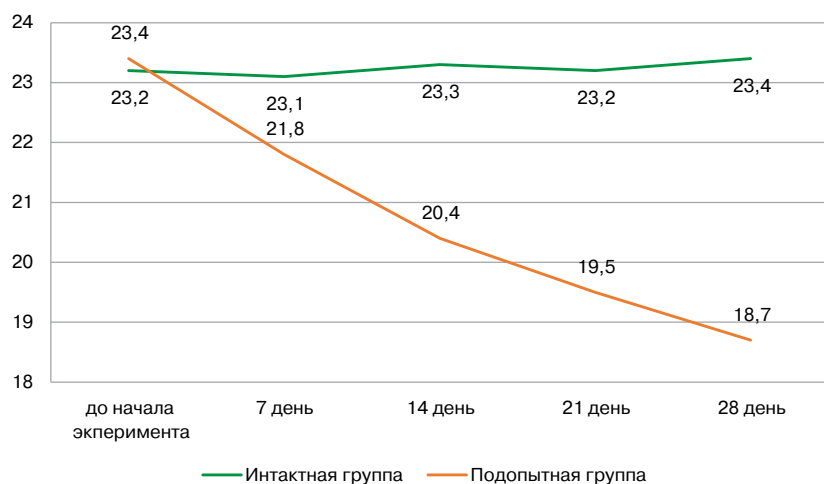
Table 1. Activity of gamma-glutamyltransferase in the blood serum of horses during the experiment (in U/l, n = 10)

Стадия эксперимента	интактная группа	подопытная группа
До начала эксперимента	23,2 ± 0,3	23,4 ± 0,2
7-й день	23,1 ± 0,2	21,8 ± 0,5
14-й день	23,3 ± 0,7	20,4 ± 0,7
21-й день	23,2 ± 1,1	19,5 ± 0,2*
28-й день	23,4 ± 0,4	18,7 ± 0,3*

* — достоверное отличие от контроля (p < 0,05).

Рис. 1. Активность гамма-глутамилтрансферазы в сыворотке крови лошадей в ходе эксперимента

Fig. 1. Activity of gamma-glutamyltransferase in the blood serum of horses during the experiment



ными значениями исследующей лаборатории, а также опытом ведущих российских и зарубежных лабораторий (в том числе ветеринарных) [14, 15, 16], в качестве единицы измерения активности фермента применялись Ед/л.

В результате скрининговых исследований было выявлено 20 животных, удовлетворяющих условиям включения в эксперимент, которые были разделены на две паритетные группы.

Первая группа являлась интактной.

Второй группе в качестве гепатотропной терапии назначался L-орнитин L-аспартат в дозировке 0,05 г/кг массы тела перорально (в виде порошка, предварительно растворенного в воде) 1 раз в сутки в течение 28 дней.

Каждые 7 дней у животных производилось исследование крови на активность гамма-глутамилтрансферазы с целью контроля эффективности гепатотропной терапии.

Выявленные в процессе экспериментов количественные показатели проходили обработку с применением комплекса программного оборудования «Statistica 6.0». Данные обозначаются как средний показатель «X», стандартная погрешность среднего показателя — «m». Достоверность различий между сериями выявляли посредством t-критерия Стьюдента [17].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе эксперимента были получены данные о достоверном различии активности гамма-глутамилтрансферазы в сыворотке крови у разных групп (табл. 1, рис. 1). Референсные интервалы — от 2,7 до 22 Ед/л.

Таким образом, на 7-й день эксперимента уровень ГГТ снизился в среднем на 5,63% по сравнению с контролем, на 14-й день — на 12,45%, на 2-й день — на 15,95%, в конце эксперимента — на 20,09%. Начиная с 14-го дня терапии количество ГГТ в опытной группе соответствовало референсным значениям.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Данные клинических испытаний подтверждают тезис о том, что LOLA обладает гепатопротекторными свойствами при гепатопатиях различного генеза, что доказывается достоверным уменьшением уровня ГГТ в сыворотке крови в ходе эксперимента.

Для подтверждения этих первоначальных результатов необходимы более масштабные исследования с разнообразием дизайнов, а также сравнение с другими органоспецифичными показателями, так как исследования данного протокола лечения проводились только на непродуктивных животных [18].

Таким образом, применение гепатотропной терапии LOLA при заболеваниях печени получает новое обоснование для использования в ветеринарии.

Выводы/Conclusion

Данные доклинического исследования и небольшого числа клинических испытаний (на непродуктивных животных) подтверждают тезис о том, что LOLA обладает гепатопротекторными свойствами при гепатопатиях различного генеза.

Данные нашего клинического испытания подтверждают тезис о том, что LOLA обладает гепатопротекторными свойствами при гепатопатиях различного генеза, что доказывается достоверным уменьшением уровня ГГТ в сыворотке крови в ходе эксперимента.

Предполагаемыми механизмами действия LOLA являются усиленная биотрансформация аммиака с последующим его выведением, повышение антиоксидантной активности и ослабление перекисного окисления липидов глутамином и глутатионом, улучшение микроциркуляции в печени за счет NO, полученного из L-аргинина.

Однако данные исследования необходимо продолжить для выявления влияния LOLA-терапии на прочие органоспецифичные показатели с целью полноценной демонстрации эффективности подобной фармакокоррекции при различных патологиях печени.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

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

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Kircheis, G. Clinical Efficacy of L-Ornithine-L-Aspartate in the Management of Hepatic Encephalopathy / G. Kircheis, M. Wettstein, S. Vom Dahl, D. Haussinger // *Metabolic Brain Disease*. — 2002. — Vol. 17. — No 4. — P. 453-462.
- Понамарев, В. С. Попова О. С. Влияние препарата "Гепатон" на реакции перекисного окисления липидов. *Международный вестник ветеринарии*. — 2020. — № 2. — С. 112-115. — DOI 10.17238/issn2072-2419.2020.2.112. — EDN JNMDYM.
- Понамарев, В. С. Изучение эмбриотоксического и тератогенного действия препарата «Гепатон» / Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 08–09 апреля 2020 года. — 2020. — С. 85-86. — EDN YBWWZY.
- Приходько, В.А. Оценка влияния L-орнитина L-аспартата и эмпаглицозина на физическую работоспособность при экспериментальном стеатогепатите / В. А. Приходько, М. А. Поверяева, Ю. И. Сысоев [и др.] // *Биомедицина*. — 2020. — Т. 16. — № 3. — С. 77-80. — DOI 10.33647/2074-5982-16-3-77-80. — EDN TUVPEW.
- Агеева, Е. А. Применение пероральной формы L-орнитин-L-аспартата (LOLA) при гипергаммонемии у пациентов с хроническими заболеваниями печени на доцирротической стадии / Е. А. Агеева, С. А. Алексеев // *Эффективная фармакотерапия*. — 2017. — № 16. — С. 6-8.
- Гаранина, Е. В. Влияние курсового приема L-орнитин- L-аспартата на фиброз и стеатоз печени у больных ассоциированной с нарушениями метаболизма жировой болезнью печени (неалкогольной жировой болезнью печени), имеющих гипергаммониемию *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. — 2021. — Т. 31. — № 4. — С. 31-36. — DOI 10.22416/1382-4376-2021-31-4-31-36.

REFERENCES

- Kircheis, G. Clinical Efficacy of L-Ornithine-L-Aspartate in the Management of Hepatic Encephalopathy / G. Kircheis, M. Wettstein, S. Vom Dahl, D. Haussinger // *Metabolic Brain Disease*. — 2002. — Vol. 17. — No 4. — P. 453-462.
- Ponamarev, V. S., Popova O. S. Influence of the drug "Hepaton" on lipid peroxidation reactions. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. — 2020. — No. 2. — P. 112-115. — DOI 10.17238/issn2072-2419.2020.2.112. — EDN JNMDYM. (In Russian)
- Ponamarev, V. S. Study of the embryotoxic and teratogenic effects of the Hepaton drug / Innovative trends in the development of Russian science: Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Krasnoyarsk, April 08–09, 2020. — Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2020. — P. 85-86. — EDN YBWWZY. (In Russian)
- Prikhodko, V.A. Evaluation of the effect of L-ornithine L-aspartate and empagliflozin on physical performance in experimental steatohepatitis / V. A. Prikhodko, M. A. Poveryaeva, Yu. I. Sysyoyev [et al.] // *Biomedicine*. — 2020. — T. 16. — No. 3. — S. 77-80. — DOI 10.33647/2074-5982-16-3-77-80. — EDN TUVPEW. (In Russian)
- Ageeva, E. A. The use of an oral form of L-ornithine-L-aspartate (LOLA) in hyperammonemia in patients with chronic liver diseases at the pre-cirrhotic stage / E. A. Ageeva, S. A. Alekseenko // *Effective pharmacotherapy*. — 2017. — No. 16. — P. 6-8. (In Russian)
- Garanina, E. V. Influence of course intake of L-ornithine-L-aspartate on liver fibrosis and steatosis in patients with metabolic disorders associated fatty liver disease (non-alcoholic fatty liver disease) with hyperammonemia / *Russian journal of gastroenterology, hepatology, coloproctology*. — 2021. — T. 31. — No. 4. — S. 31-36. — DOI 10.22416/1382-4376-2021-31-4-31-36. (In Russian)

7. Баттерворт Р. Ф. Гепатопротекция с использованием L-орнитина-L-аспартата при неалкогольной жировой болезни печени / Р. Ф. Баттерворт, А. Канбэй // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2019. — Т. 29. — № 1. — С. 24-30. — DOI 10.22416/1382-4376-2019-29-1-24-30.
8. Бацков, С. С. Эффективность лечения больных циррозом печени с печеночной энцефалопатией препаратом "L-орнитина-L-аспарат" / С. С. Бацков, Ю. А. Сухонос // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. — 2015. — № 1. — С. 37-41.
9. Ermolova, T. Correction of intrahepatic microcirculation disorders by L-ornithine-L-aspartate at the chronic liver diseases patients / T. Ermolova, S. Ermolov // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. — 2018. — No 2. — P. 108-109.
10. Direkze, S. Diagnosis and Treatment of Low-Grade Hepatic Encephalopathy / S. Direkze, R. Jalan // Digestive Diseases. — 2015. — Vol. 33. — No 4. — P. 562-569. — DOI 10.1159/000375350.
11. Редькин, Р. Г. Гепатопротекторы: современные аспекты фармакологии / Р. Г. Редькин, Е. Я. Николенко // Новости медицины и фармации. — 2015. — № 7(538). — С. 8-11.
12. Wei J. Liver transplantation in the treatment of ornithine transcarbamylase deficiency / J. Wei, Bo. Hui // Cellular Therapy and Transplantation. — 2021. — Vol. 10. — No 4. — P. 26-29. — DOI 10.18620/ctt-1866-8836-2021-10-3-4-26-29. — EDN EICJJS.
13. Гасанова, Д. А. Снижение активности трансаминаз суммарным экстрактом фитоконцентрации при токсическом повреждении печени / Д. А. Гасанова, В. Я. Асметов, В. Г. Искендеров, З. З. Гасанова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 8-3(62). — С. 102-120. — DOI 10.23670/IRJ.2017.62.078. — EDN ZDGZLJ.
14. №AN15GGT: ГТТ (гамма-глутамилтрансфераза) // vetunion.ru: лабораторный комплекс [сайт], 2007. — URL: <https://vetunion.ru/lab/analysis/bioximicheskie-issledovaniya-krovi/ggt/> (дата обращения: 26.07.2022)
15. Гамма-глутамилтранспептидаза (гамма-ГТ) // helix.ru [сайт], 2016. — URL: <https://helix.ru/kb/item/06-013> (дата обращения: 26.07.2022)
16. Synlab: сайт. — Эстония, 2020. — URL: <https://synlab.ee/wp-content/uploads/2021/07/akrediteerimistunnistuse-lisa-2021-07-02.pdf> (дата обращения: 26.07.2022)
17. Карева, Н. В. Информатика с основами математической биостатистики (учебно-методическое пособие) / Н. В. Карева, С. И. Богданов, В. А. Титова // Международный журнал экспериментального образования. — 2014. — № 3-2. — С. 191-192.
18. Braun, J.P., Gamma Glutamyl Transferase in domestic animals / J.P. Braun, P. Benard, V. Burgat, et al. // Vet Res Commun. 1983. — 6. — С. 77-90 (1983). <https://doi.org/10.1007/BF02214900>
7. Butterworth R. F. Hepatoprotection using L-ornithine-L-aspartate in non-alcoholic fatty liver disease / R. F. Butterworth, A. Kanbey // Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. — 2019. — T. 29. — No. 1. — S. 24-30. — DOI 10.22416/1382-4376-2019-29-1-24-30. (In Russian)
8. Batskov, S. S. The effectiveness of the treatment of patients with cirrhosis of the liver with hepatic encephalopathy with the drug "L-ornithine L-aspartate" / S. S. Batskov, Yu. A. Sukhonos // Clinical perspectives of gastroenterology, hepatology. — 2015. — No. 1. — P. 37-41. (In Russian)
9. Ermolova T. Correction of intrahepatic microcirculation disorders by L-ornithine-L-aspartate at the chronic liver diseases patients / T. Ermolova, S. Ermolov // Gastroenterology of St. Petersburg. — 2018. — No 2. — P. 108-109.
10. Direkze, S. Diagnosis and Treatment of Low-Grade Hepatic Encephalopathy / S. Direkze, R. Jalan // Digestive Diseases. — 2015. — Vol. 33. — No 4. — P. 562-569. — DOI 10.1159/000375350.
11. Redkin, R. G. Hepatoprotectors: modern aspects of pharmacology / R. G. Redkin, E. Ya. Nikolenko // News of Medicine and Pharmacy. — 2015. — No. 7 (538). — S. 8-11. (In Russian)
12. Wei J. Liver transplantation in the treatment of ornithine transcarbamylase deficiency / J. Wei, Bo. Hui // Cellular Therapy and Transplantation. — 2021. — Vol. 10. — No 4. — P. 26-29. — DOI 10.18620/ctt-1866-8836-2021-10-3-4-26-29. — EDN EICJJS.
13. Gasanova, D.A. Reducing the activity of transaminases by the total extract of the phytocomposition in toxic liver damage / D.A. Gasanova, V.Ya. Asmetov, V.G. Iskenderov, Z.Z. Gasanova // International Scientific Research Journal. — 2017. — No. 8-3(62). — S. 102-120. — DOI 10.23670/IRJ.2017.62.078. — EDN ZDGZLJ. (In Russian)
14. No. AN15GGT: GGT (gamma-glutamyltransferase) // vetunion.ru: laboratory complex [website], 2007. — URL: <https://vetunion.ru/lab/analysis/bioximicheskie-issledovaniya-krovi/ggt/> (accessed: 26.07.2022)
15. Gamma-glutamyl transpeptidase (gamma-GT) // helix.ru [website], 2016. — URL: <https://helix.ru/kb/item/06-013> (accessed 26.07.2022) (In Russian)
16. Synlab: site. — Estonia, 2020. — URL: <https://synlab.ee/wp-content/uploads/2021/07/akrediteerimistunnistuse-lisa-2021-07-02.pdf> (accessed 26.07.2022)
17. Kareva, N. V. Informatics with the basics of mathematical biostatistics (educational manual) / N. V. Kareva, S. I. Bogdanov, V. A. Titova // International Journal of Experimental Education. — 2014. — No. 3-2. — S. 191-192. (In Russian)
18. Braun, J.P., Gamma Glutamyl Transferase in domestic animals / J.P. Braun, P. Benard, V. Burgat, et al. // Vet Res Commun. 1983. — 6. — S. 77-90 (1983). <https://doi.org/10.1007/BF02214900>

ОБ АВТОРАХ:

Владимир Сергеевич Пономарев, кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры фармакологии и токсикологии Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 5, ул. Черниговская, Санкт-Петербург, 196084, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-6852-3110>, e-mail: pseudopyos@mail.ru

Александр Михайлович Лунегов, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой фармакологии и токсикологии Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, 5, ул. Черниговская, Санкт-Петербург, 196084, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-4480-9488>, e-mail: a.m.lunegov@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Sergeevich Ponomarev, PhD in Veterinary sciences, Assistant of the Department of Pharmacology and Toxicology St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 5, st. Chernigovskaya, St. Petersburg, 196084, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-6852-3110>, e-mail: pseudopyos@mail.ru

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

А.Н. Чернов, ✉
 Д.М. Афордоаны, ✉
 Е.А. Прищепенко

Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение Казанского научного центра Российской академии наук, Казань, Российская Федерация

✉ rt-kazan@mail.ru

Поступила в редакцию: 26.04.2022

Одобрена после рецензирования: 02.07.2022

Принята к публикации: 18.08.2022

Характеристика цитотоксичности нативного цеолита в отношении эпителиальных клеток крупного рогатого скота

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Особое внимание исследователей привлекают цеолиты — минералы семейства алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных металлов. Учитывая то, что состав цеолитов чрезвычайно вариабелен, в том числе и по содержанию микроэлементов, большинство отечественных цеолитовых туфов не оценено с точки зрения возможной цитотоксичности. Целью настоящего исследования явилась характеристика цитотоксичности нативного клиноптилолита в отношении эпителиальных клеток крупного рогатого скота.

Методы. Для характеристики цитотоксичности были отобраны 5 фракций нативного клиноптилолита (карьер добычи — Дрожжановский район Республики Татарстан) с размерами частиц: № 1 — 0,2 мм, № 2 — 0,24 мм, № 3 — 0,8 мм, № 4 — 0,8–2,5 мм, № 5 — 2,5–5,0 мм. В качестве моделей для определения токсичности цеолитов были выбраны две перевиваемые клеточные линии: LEK (эпителий легкого эмбриона коровы) и TR (эпителий трахеи эмбриона коровы), полученные из Коллекции культур клеток позвоночных (ИЦИГ РАН, Россия). Проводили МТТ-тест. Жизнеспособность клеток оценивали по активности митохондриальной дегидрогеназы по стандартной методике. Статистическая обработка данных производилась при помощи программного обеспечения «GraphPad Prism 6.0» (США). Эксперименты проводились в 5 повторах, за статистически достоверный уровень принимали $p \leq 0,05$.

Результаты. Было выявлено, что концентрации до 300 мкг/мл всех фракций цеолитов не оказывают цитотоксического эффекта на исследуемые клетки. Цитопатогенное действие проявляется в диапазоне концентраций 400–1000 мкг/мл и находится в прямой корреляции с размером цеолитовых частиц — доля клеток в состоянии апоптоза составляет до $35,23 \pm 2,3\%$, что, вероятно, связано с механическим воздействием крупных частиц рассматриваемых пород на клеточные структуры. Сведения о цитотоксическом воздействии разных типов цеолитов на клетки организма продуктивных животных в дальнейшем лягут в основу их токсикологической оценки и позволят выработать стратегию их безопасного применения.

Ключевые слова: минерал, цеолит, цитотоксичность, культура клеток, крупный рогатый скот

Для цитирования: Чернов А.Н., Афордоаны Д.М., Прищепенко Е.А. Характеристика цитотоксичности нативного цеолита в отношении эпителиальных клеток крупного рогатого скота. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-40-43>

© Чернов А.Н., Афордоаны Д.М., Прищепенко Е.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-40-43

Albert N. Chernov, ✉
 Daniel M. Afordoanyi, ✉
 Elena A. Prishpenko

Tatar Scientific Research Institute of Agrochemistry and Soil Science — separate structural subdivision of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

✉ rt-kazan@mail.ru

Received by the editorial office: 26.04.2022

Accepted in revised: 02.07.2022

Accepted for publication: 18.08.2022

Characteristics of cytotoxicity of native zeolite against cattle epithelial cells

ABSTRACT

Relevance. Special attention of researchers is attracted by zeolites — minerals of the family of aluminosilicates of alkaline and alkaline earth metals. Considering that the composition of zeolites is extremely variable, including the content of trace elements, most zeolite tufts of Russian Federation are not evaluated in terms of possible cytotoxicity. The aim of this study was to characterize the cytotoxicity of native clinoptilolite against epithelial cells of cattle.

Methods. To characterize cytotoxicity, 5 fractions of native clinoptilolite (mining quarry — Drozhzhanovsky district of the Republic of Tatarstan) with particle sizes were selected: No. 1 — 0.2 mm, No. 2 — 0.24 mm, No. 3 — 0.8 mm, No. 4 — 0.8–2.5 mm, No. 5 — 2.5–5.0 mm. Two transferable cell lines were selected as models for determining the toxicity of zeolites: LEK (epithelium of the lung of a cow embryo) and TR (tracheal epithelium of a cow embryo) obtained from a Collection of vertebrate cell cultures (ICiG RAS, Russia). MTT-test was carried out. Cell viability was assessed by the activity of mitochondrial dehydrogenase according to a standard method. Statistical data processing was performed using “GraphPad Prism 6.0” software (USA). The experiments were carried out in 5 repetitions, $p \leq 0.05$ was taken as a statistically reliable level.

Results. It was found that concentrations up to 300 micrograms/ml of all fractions of zeolites do not have a cytotoxic effect on the studied cells. The cytopathogenic effect manifests itself in the concentration range of 400–1000 micrograms/ml and is in direct correlation with the size of zeolite particles — the proportion of cells in the state of apoptosis is up to $35.23 \pm 2.3\%$, which is probably due to the mechanical effect of large particles of the rocks in question on cellular structures. Information about the cytotoxic effects of different types of zeolites on the cells of the body of productive animals will later form the basis of their toxicological assessment and will allow us to develop a strategy for their safe use.

Key words: mineral, zeolite, cytotoxicity, cell culture, cattle

For citation: Chernov A.N., Afordoanyi D.M., Prishpenko E.A. Characteristics of cytotoxicity of native zeolite against cattle epithelial cells. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-40-43> (In Russian).

© Chernov A.N., Afordoanyi D.M., Prishpenko E.A.

Введение/Introduction

Важным условием роста производимой продукции животноводства является наличие устойчивой кормовой базы. В настоящее время для удовлетворения потребностей организма сельскохозяйственных животных как макро-, так и в макроэлементах широко применяются нетрадиционные источники минеральных веществ, в частности агроминералы. Большой интерес представляют цеолиты, запасы которых в РФ исчисляются миллиардами тонн; при скармливании они повышают продуктивность животных [1].

Федеральным законом, который вступил в действие 1 января 2020 г., № 280-ФЗ от 3 августа 2018 г. «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» предусмотрено выполнение определенных требований при производстве органической продукции. Анализ российского рынка показал, что доля органической продукции составляет около 20%, 5% из которых приходится на продукцию животного происхождения. Стремительно набирает обороты в плане получения органической продукции и молочная отрасль [2, 3, 4].

Для получения органической продукции животноводства ключевым может быть создание высокоэффективных кормовых добавок из природного сырья, кремнийсодержащих минералов — цеолитов [4].

Немаловажным аспектом, регламентирующим применение сорбентов в сельскохозяйственной практике, является характеристика их токсического воздействия на организм продуктивных животных. Отечественными учеными был проведен значительный объем токсикологических исследований разных типов цеолитовых пород большинства разведанных месторождений [5]. Цитотоксические эффекты могут быть обусловлены несколькими факторами: так, например, высокую канцерогенную активность некоторых цеолитов связывают с их морфологией, фиброгенную и мутагенную активность, повышенную естественную радиоактивность — с особенностями месторождений. Установлено, что токсичность цеолитов напрямую зависит от размеров их частиц: нано- и микрочастицы оказывают большее повреждающее действие на живой организм ввиду их соизмеримости с размерами клеток [6]. Интересны и некоторые свойства цеолитов, способствующие сохранению биоценоза [7]. Цеолит известен и своими антимикробными свойствами [8–12].

Учитывая то, что состав цеолитов чрезвычайно вариателен, в том числе и по содержанию микроэлементов, большинство отечественных цеолитовых туфов не оценено с точки зрения возможной цитотоксичности.

Целью настоящего исследования явилась характеристика цитотоксичности нативного клиноптилолита в отношении эпителиальных клеток крупного рогатого скота.

Материалы и методы/Materials and methods

Для характеристики цитотоксичности были отобраны 4 фракции цеолита с размерами частиц: № 1 — 0,2 мм, № 2 — 0,24 мм, № 3 — 0,8 мм, № 4 — 0,8–2,5 мм, из одного из действующих в Республики Татарстан месторождения — Татарско-Шатрашанского.

Используемая в опытах порода имела следующий химический состав (%): SiO — 53,62; Al₂O₃ — 5,95; Fe₂O₃ — 1,78; CaO — 16,16; MgO — 2,14; K₂O — 1,22; P₂O₅ — 0,08; Na₂O — 0,02; Zn — 0,003; Cr — 0,010; Ni — 0,004; Co — 0,001; Mo — 0,00015; Cu — 0,002; Pb — 0,0014; As — 0,00015; Cd — 0,005; Hg — 0,000006. Минеральный состав был следующим (%): клиноптило-

лит — 22; опал-кристобалит — 23,3; монтмориллонит — 13; кальцит — 12.

Для определения цитотоксичности готовили суспензии цеолитов на поддерживающей среде DMEM в концентрациях 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 мкг/мл. Для недопущения контаминации культур клеток суспензии цеолитов подвергали автоклавированию при 2 атм в течение 1 ч.

В качестве моделей для определения токсичности цеолитов были выбраны две перевиваемые клеточные линии: LEK (эпителий легкого эмбриона коровы) и TR (эпителий трахеи эмбриона коровы), полученные из Коллекции культур клеток позвоночных (ИЦиГ РАН, Россия). Клетки выращивали на среде DMEM с добавлением 10%-ной фетальной бычьей сыворотки («HyClone», США), пенициллина и стрептомицина (по 100 МЕ/мл), 20 мМ глутамина («Sigma-Aldrich», США) в 96-луночных планшетах («Costar», США) при +37 °С в атмосфере 5% CO₂. Клетки выращивались при первоначальной посевной концентрации 10³ кл. на лунку в течение 24 ч до достижения 95%-ной конфлюэнтности монослоя, после чего ростовую среду заменяли на суспензии цеолита в соответствующих концентрациях. Срок инкубации клеточных монослоев с образцами цеолитов составлял 24 ч. В качестве отрицательного контроля использовали интактные клеточные монослои.

Жизнеспособность клеток оценивали по активности митохондриальной дегидрогеназы по стандартной методике [13], основанной на восстановлении тетразолиевого красителя МТТ (3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенил-тетразолиум бромид). Цеолитовые суспензии в лунках заменяли на раствор МТТ в среде DMEM (5 мг/мл) и инкубировали при +37 °С в течение 4 ч. После удаления раствора МТТ в лунки вносили по 200 мкл ДМСО, выдерживая в темноте в течение 15 мин для растворения кристаллов формазана. Показания оптической плотности считывали на ИФА-ридере при длине волны 570 нм. Долю живых клеток определяли по соотношению оптической плотности в опытных и контрольных лунках.

Статистическая обработка данных производилась при помощи программного обеспечения «GraphPad Prism 6.0» (США). Эксперименты проводились в пятикратной повторяемости, за статистически достоверный уровень принимали $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

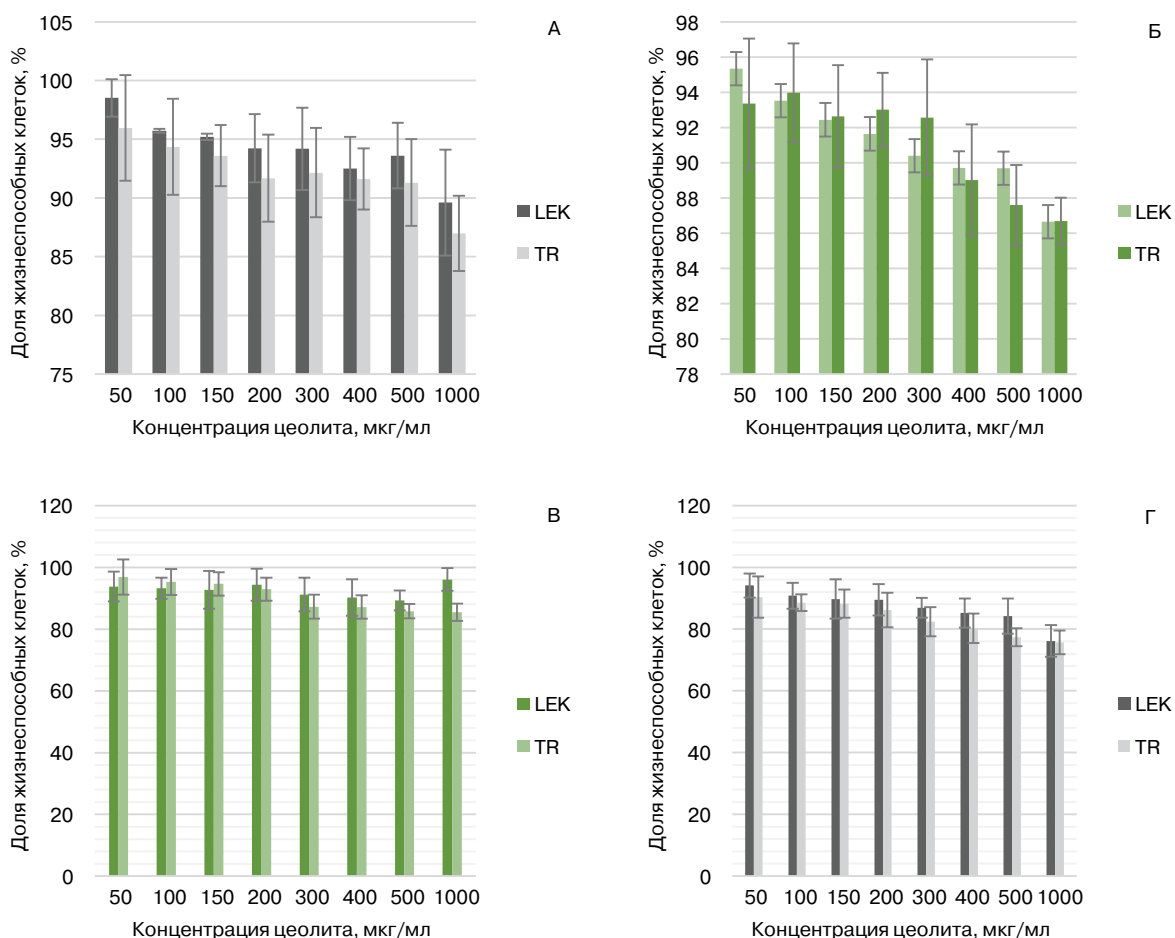
МТТ-тест позволил охарактеризовать различия во влиянии исследуемых фракций клиноптилолита на метаболическую активность клеток эпителия легкого и трахеи эмбриона крупного рогатого скота. Результаты представлены в виде гистограммы, в которой жизнеспособность клеток, культивируемых в питательных средах с добавлением цеолитовых суспензий, выражена в процентах по отношению к контролю (рис. 1, А — Г).

Из представленных диаграмм видно, что концентрации 50–300 мкг/мл не являются цитотоксическими для цеолитов фракций № 1–4; при обработке концентрациями в диапазоне 400–1000 мкг/мл доля апоптотических клеток увеличивается от 10,4±2,1% (фракция № 1) до 23,85±3,17% (фракция № 4) по сравнению с интактными клеточными образцами ($p < 0,01$).

При сопоставлении показателей, полученных при обработке цеолитовыми суспензиями клеток линий LEK и TR, статистически значимых различий между ними зарегистрировано не было, что может быть объяснено общностью их морфологии.

Рис. 1. Динамика изменения жизнеспособности эпителиальных клеток крупного рогатого скота при обработке суспензиями цеолитов: А — № 1 (0,2 мм), Б — № 2 (0,24 мм), В — № 3 (0,8 мм), Г — № 4 (0,8–2,5 мм)

Fig. 1. Dynamics of changes in the viability of epithelial cells of cattle when treated with zeolite suspensions: А — No. 1 (0.2 mm), Б — No. 2 (0.24 mm), В — No. 3 (0.8 mm), Г — No. 4 (0.8–2.5 mm)



Сведения о цитотоксическом воздействии разных фракций цеолитов на клетки организма продуктивных животных в дальнейшем лягут в основу их токсикологической оценки и позволят выработать стратегию их безопасного применения.

Выводы/Conclusion

При проведенном исследовании была изучена базовая цитотоксичность цеолита Дрожжановского района Республики Татарстан в отношении культуры клеток легкого и трахеи эмбриона крупного рогатого скота (LEK,

TR). Установлено, что фракции цеолита №1–4 могут быть использованы для производства кормовых добавок. Было выявлено, что концентрации до 300 мкг/мл всех фракций цеолитов не оказывают цитотоксического эффекта на исследуемые клетки.

Цитопатогенное действие проявляется в диапазоне концентраций 400–1000 мкг/мл и находится в прямой корреляции с размером цеолитовых частиц — доля клеток в состоянии апоптоза составляет до $35,23 \pm 2,3\%$, что, вероятно, связано с механическим воздействием крупных частиц рассматриваемых пород на клеточные структуры.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках Государственного задания № FMEG-2021-0003, регистрационный номер: 121021600147-1.

FUNDING

The work was carried out within the framework of State Assignment No. FMEG-2021-0003, registration number: 121021600147-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лаврентьев, А. Ю. Цеолиты в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных и птицы / А. Ю. Лаврентьев, Е. Ю. Немецва, Н. К. Кириллов. — Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-7677-2771-1. — EDN YXUBML.
2. Маликова, М. Г. Применение премиксов на основе цеолита из местных ресурсов в рационах коров / М. Г. Маликова, Ф. М. Шагалев // Научное обеспечение инновационного АПК регионов РФ : материалы Международной научно-практической конференции : сборник. — 2018. — С. 829-835.
3. Любин, Н. А. Цеолиты Сиуч-Юшанского месторождения в улучшении физиологических функций и повышении продуктивных качеств молочных коров : монография / Н. А. Любин, В. В. Ахметова. — Ульяновск : УлГАУ, 2018. — 170 с.
4. Дежаткина, С. В. Физиолого-биохимический статус коров при введении в их рацион кремнийсодержащей добавки / С. В. Дежаткина, Ш. Р. Зялалов, М. Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 1(53). — С. 170-174. — DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-170-174. — EDN DTEBEV.
5. Герасимова, М. В. Изучение токсичности цеолитов Куликовского месторождения в остром опыте / М. В. Герасимова, С. А. Цыбанков // Молодежь XXI века: шаг в будущее : Материалы XIX региональной научно-практической конференции. В 3-х томах, Благовещенск, 23 мая 2018 года. — Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. — С. 23-24. — EDN LYFOOL.
6. Зонхоева, Э. Л. Природные цеолиты Забайкалья: свойства и применение / отв. ред. А. М. Плюснин. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2018. — 192 с.
7. Чернов, А. Н. Некоторые свойства цеолитов для сохранения биocenоза / А. Н. Чернов, Е. А. Прищепенко, Д. М. Афордоаны, Р. Р. Газизов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. — 2021. — Т. 247. — № 3. — С. 293-297.
8. Dutta P., Wang B. Zeolite-supported silver as antimicrobial agents // Coordination Chemistry Reviews. — 2019. — Т. 383. — С. 1-29.
9. Czé G. et al. Antimicrobial effect of silver nanoparticles plated natural zeolite in polyurethane foam // Express Polymer Letters. — 2021. — Т. 15. — № 9. — С. 853-864.
10. Özogul F. et al. Effect of natural zeolite (clinoptilolite) on in vitro biogenic amine production by Gram positive and Gram negative pathogens // Frontiers in microbiology. — 2018. — Т. 9. — С. 2585.
11. Yao, G., Lei, J., Zhang, W., Yu, C., Sun, Z., Zheng, S. and Komarneni, S., 2019. Antimicrobial activity of X zeolite exchanged with Cu 2+ and Zn 2+ on Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Environmental Science and Pollution Research, 26(3), pp.2782-2793.
12. Hrenovic, J., Milenkovic, J., Ivankovic, T. and Rajic, N., 2012. Antibacterial activity of heavy metal-loaded natural zeolite. Journal of hazardous materials, 201, pp.260-264.
13. Mosmann, Tim. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays (англ.) // Journal of Immunological Methods : journal. — 1983. — December (vol. 65, no. 1-2). — P 55-63. — ISSN 0022-1759. — doi:10.1016/0022-1759(83)90303-4. — PMID 6606682.

ОБ АВТОРАХ:

Альберт Николаевич Чернов,

доктор биологических наук, заведующий отделом животноводства и ветеринарии, главный научный сотрудник Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения — обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра Казанский научный центр Российской академии наук, 2/31 ул. Лобачевского, Казань, 420111, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9007-5641>
 Тел.: 927-403-63-00
 E-mail: rt-kazan@mail.ru

Дэниел Мавуэна Афорданы,

кандидат биологических наук, научный сотрудник Татарский НИИХП — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Татарский НИИСХ — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 2/31 ул. Лобачевского, Казань, 420111, Российская Федерация

Тел. 917-236-39-46;
 E-mail: daforadoan@gmail.com

Елена Александровна Прищепенко,

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель Татарский НИИХП — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Татарский НИИСХ — обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 2/31 ул. Лобачевского, Казань, 420111, Российская Федерация

Тел. 8(843)2778274;
 E-mail: niixp2@mail.ru

REFERENCES

1. Lavrentiev, A. Yu. Zeolites in the feeding of young farm animals and poultry / A. Yu. Lavrentiev, E. Yu. Nemtseva, N. K. Kirillov. Cheboksary : I.N. Ulyanov Chuvash State University, 2018. — 212 p. — ISBN 978-5-7677-2771-1. — EDN YXUBML. (In Russian)
2. Malikova, M. G. The use of zeolite-based premixes from local resources in cow diets / M. G. Malikova, F. M. Shagaliev // Scientific support of innovative agro-industrial complex of the regions of the Russian Federation : materials of the International scientific and practical conference : collection. — 2018. — pp. 829-835. (In Russian)
3. Lyubin, N. A. Zeolites of the Siuch-Yushansky deposit in improving physiological functions and improving the productive qualities of dairy cows : monograph / N. A. Lyubin, V. V. Akhmetova. — Ulyanovsk : UIGAU, 2018. — 170 p. (In Russian)
4. Dezhatkina, S. V. Physiological and biochemical status of cows when introducing a silicon-containing additive into their diet / S. V. Dezhatkina, Sh. R. Zialalov, M. E. Dezhatkina // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. — 2021. — № 1(53). — Pp. 170-174. — DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-170-174. — EDN DTEBEV. (In Russian)
5. Gerasimova, M. V. Studying the toxicity of zeolites of the Kulikovo deposit in acute experience / M. V. Gerasimova, S. A. Tsybankov // Youth of the XXI century: a step into the future : Materials of the XIX regional scientific and practical conference. In 3 volumes, Blagoveshchensk, May 23, 2018. — Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2018. — pp. 23-24. — EDN LIFE. (In Russian)
6. Zonkhoeva, E. L. Natural zeolites of Transbaikalia: properties and application / ed. by A.M. Plyusnin. — Ulan-Ude: Publishing House of the BNC SB RAS, 2018. — 192 p. (In Russian)
7. Chernov, A.N. Some properties of zeolites for preservation of biocenosis / A.N. Chernov, E.A. Prishchepenko, D.M. Aforodanyi, R.R. Gazizov // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. — 2021. — Vol. 247. — No. 3. — pp. 293-297. (In Russian)
8. Dutta P., Van B. Silver on a zeolite basis as antimicrobial agents // Reviews of coordination chemistry. — 2019. — p. 383. — p. 1-29.
9. Czé G. et al. Antimicrobial effect of silver nanoparticles deposited on natural zeolite in polyurethane foam // Express polymer letters. — 2021. — Vol. 15. — No. 9. — pp. 853-864.
10. Özogul F. et al. The influence of natural zeolite (clinoptilolite) on the production of biogenic amines in vitro by gram-positive and gram-negative pathogens // Frontiers of Microbiology. — 2018. — Vol. 9. — p. 2585.
11. Yao, G., Lei, J., Zhang, U., Yu, K., Song, Z., Zheng, S. and Komarneni, S., 2019. Antimicrobial activity of X-zeolite exchanged Cu 2+ and Zn 2+ for Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Environmental Science and Pollution Research, 26(3), pp.2782-2793.
12. Khrenovich, J., Milenkovich, J., Ivankovich, T. and Raich, N., 2012. Antibacterial activity of natural zeolite enriched with heavy metals. Journal of Hazardous Materials, 201, pp.260-264.
13. Mosmann, Tim. Express colorimetric analysis of cell growth and survival: application to the analysis of proliferation and cytotoxicity // Journal of Immunological Methods : Journal. — 1983. — December (volume 65, No. 1-2). — pp. 55-63. — ISSN 0022-1759. — doi:10.1016/0022-1759(83)90303-4. — PMID 6606682.

ABOUT THE AUTHORS:

Albert Nikolaevich Chernov,

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Chief Researcher Tatar Scientific Research Institute of Agrochemistry and Soil Science is a separate structural subdivision of the Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2/31, Lobachevsky str., Kazan, 420111, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9007-5641>
 Tel.: 927-403-63-00
 E-mail: rt-kazan@mail.ru

Daniel Mavuen Afordanyi,

Candidate of Biological Sciences, researcher Tatar Research Institute of Agricultural Sciences — a separate structural unit of the FITC KazNC RAS, Tatar Research Institute of Agricultural Sciences — a separate structural unit of the FITC KazNC RAS, 2/31, Lobachevsky str., Kazan, 420111, Russian Federation

Tel. 917-236-39-46;
 E-mail: daforadoan@gmail.com

Elena Aleksandrovna Prishchepenka,

Candidate of Agricultural Sciences, Head Tatar Research Institute of Agricultural Sciences — a separate structural unit of the FITC KazNC RAS, Tatar Research Institute of Agricultural Sciences — a separate structural unit of the FITC KazNC RAS, 2/31, Lobachevsky str., Kazan, 420111, Russian Federation

Tel. 8(843)2778274;
 E-mail: niixp2@mail.ru

П.В. Бурков¹,
 П.Н. Щербаков¹,
 М.Б. Ребезов^{2,3} ✉

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

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

✉ rebezov@ya.ru

Поступила в редакцию:
 06.07.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.08.2022

Принята к публикации:
 22.08.2022

Pavel V. Burkov¹,
 Pavel N. Scherbakov¹,
 Maksim B. Rebezov^{2,3}, ✉

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agricultural University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ rebezov@ya.ru

Received by the editorial office:
 06.07.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 22.08.2022

Использование препарата «Овостим-цт» при профилактике гепатозов и задержаний последа у коров после отела

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Высокая молочная продуктивность коров после отела является причиной развития поражений печени в виде гепатозов и преждевременного выбытия животных. В таких случаях при патологоанатомическом исследовании в печени обнаруживаются одновременно нарушения в виде белковых и жировых дистрофий с последующим разрушением клетки нарушения кровообращения. Также гепатозы могут служить причиной таких послеродовых осложнений у коров, как задержание последа.

Методы. Для профилактики гепатозов предложен препарат «Овостим-цт», который содержит цитотоксические сыворотки против тканей печени, яичника, селезенки и мышцы. С целью профилактики поражений печени и послеродового задержания последа препарат применяют за 1–1,5 месяца до отела в дозе 1 мл на 100 кг живой массы подкожно или внутримышечно.

Результаты. Применение гепатопротектора позволило сократить число случаев гепатозов и задержаний последа у коров после отела. Также «Овостим-цт» оказал благоприятное воздействие на биохимические показатели сыворотки крови коров: произошло увеличение концентрации в кровииобщего белка на 6,7%, альбуминов — на 15,6% и глюкозы на 45,8% .

Ключевые слова: гепатоз, гепатопротектор, «Овостим-цт», задержания последа, коровы

Для цитирования: Бурков П.В., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б. Использование препарата «Овостим-цт» при профилактике гепатозов и задержаний последа у коров после отела. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-44-48>

© Бурков П.В., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б.

The use of the drug "Ovostim-c" in the prevention of hepatitis and retention of placenta in cows after calving

ABSTRACT

Relevance. High milk productivity of cows after calving is the cause of liver damage in the form of hepatitis and premature retirement of animals. In such cases, pathoanatomical examination of the liver reveals simultaneously disorders in the form of protein and fatty dystrophies with subsequent destruction of cells and circulatory disorders. Hepatoses can also cause such postpartum complications in cows as retention of placenta .

Methods. For the prevention of hepatitis, the drug "Ovostim-ct" is proposed, which contains cytotoxic serums against the tissues of the liver, ovary, spleen and muscle. In order to prevent liver damage and postpartum retention of placenta , the drug is used 1–1.5 months before calving at a dose of 1 ml per 100 kg of live weight subcutaneously or intramuscularly.

Results. The use of the hepatoprotector has reduced the number of cases of hepatitis and retention of placenta in cows after calving. Also, "Ovostim-ct" had a beneficial effect on the biochemical parameters of the blood serum of cows: there was an increase in the concentration in the blood of total protein by 6.7%, albumin — by 15.6% and glucose — by 45.8% .

Key words: hepatitis, hepatoprotector, "Ovostim-ct", retention of placenta? cows

For citation: Burkov P.V., Scherbakov P.N., Rebezov M.B. The use of the drug "Ovostim-ct" in the prevention of hepatitis and retention of placenta in cows after calving. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-44-48> (In Russian).

© Burkov P.V., Scherbakov P. N., Rebezov M. B.

Введение/Introduction

В связи с высоким потенциалом молочной продуктивности, напряженным обменом веществ в транзитном периоде и сразу после отела, печень у коров после отела подвержена значительным стрессам, которые в большинстве случаев приводят животных к вынужденной выбраковке и преждевременному убою. В связи с этим сельскохозяйственные предприятия терпят значительные убытки, так как корова даже не может окупить затраты на свое выращивание.

При интенсивной технологии получения молока, связанной с достаточно высоким уровнем кормления животных, создать идеальные условия для сохранения здоровья и продуктивного долголетия практически невозможно. Молочный менеджмент находится в постоянном поиске компромиссного состояния между поддержанием высокой молочной продуктивности и сохранением здоровья коровы [1–4]. Корма для животных даже при правильной заготовке содержат значительное количество вредных веществ, таких как микотоксины, тяжелые металлы, алкалоиды и прочие токсиканты. В рационе питания коров наблюдается дисбаланс белка и отдельных аминокислот, липидов, макро- и микроэлементов. В значительной степени печень у коров повреждается при инфекционных заболеваниях [5–12].

Заболевания печени у животных чаще представлены жировыми и белковыми гепатозами, которые присутствуют в органе одновременно. Помимо молочной продуктивности, гепатозы оказывают огромное влияние на состояние половых органов у коров после отела и на последующее осуществление ими воспроизводительной функции [13–15].

Для профилактики заболеваний печени у коров фармакологическая и комбикормовая промышленность предлагают значительное количество разнообразных лекарственных препаратов и кормовых добавок. Однако чаще всего они являются средствами заместительной терапии и не способны оказать общего стимулирующего действия на орган, затронуть его резервные возможности для восстановления после повреждения.

Препараты, содержащие цитотоксические сыворотки, позволяют воздействовать на все клетки органов, к которым они получены, затрагивая различные стороны патогенеза заболевания, активизировать интенсивность обмена веществ в пораженном органе и приводить его в стабильное состояние. К данным препаратам относится «Овостим-цт» [16, 17]. Он является гепатопротектором, который позволяет профилактировать заболевания печени и одновременно стимулировать органы иммунной и половой системы. Гепатопротектор содержит антигепатотоксическую, антиспленотоксическую, антимиотоксическую и антиовариальную сыворотки, которые были подвергнуты гидролизу кислотами и ферментами для устранения патологических аллергических реакций у животных после применения. Препарат не обладает токсическими свойствами и безопасен для животных.

Цель работы — определить эффективность использования гепатопротектора «Овостим-цт» при профилактике гепатозов у животных и последующее влияние его применения на послеотельный период.

Материалы и методы/Materials and methods

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в директивах ЕС (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации.

Экспериментальные исследования проводили на базе СХПК «Черновской». На предприятии по принципу пар-аналогов было сформировано две группы коров по 20 голов в каждой, срок стельности у которых составлял 7,5–8 месяцев.

Для определения эффективности использования гепатопротектора «Овостим-цт» при профилактике гепатозов и последующего влияния его применения на послеотельный период коровам опытной группы была произведена инъекция препарата в дозе 1 мл на 100 кг живой массы однократно, подкожно или внутримышечно.

После отела за животными вели наблюдение, отмечая клиническое состояние, сроки отделения последа. В случае вынужденного убоя животного для оценки состояния печени проводили гистологическое исследование. Для этого кусочек пораженного органа фиксировали в 10%-ном нейтральном растворе формалина, изготавливали парафиновые блоки, из которых изготавливали гистологические срезы. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Гематоксилин окрашивает базофильные клеточные элементы ярко-синим цветом, а эозин — эозинофильные органеллы ярко-розовым.

Через две недели после отела у животных контрольной и опытной групп проводили забор крови для биохимического исследования. В сыворотке крови определяли содержание общего белка, альбуминов, глюкозы. Общий белок определяли колориметрическим методом с помощью набора реактивов «Клинистест-ОБ». Метод основан на способности белков с ионами меди в щелочной среде образовывать комплексные соединения фиолетового цвета.

Интенсивность окраски пропорциональна концентрации белка в исследуемой пробе. Альбумины крови определяли по реакции с бромкрезоловым зеленым с помощью набора реактивов «Клини Тест — Альбумин». Метод основан на взаимодействии альбуминов с бромкрезоловым зеленым в слабокислой среде в присутствии детергента, что сопровождается образованием окрашенного соединения синего цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации альбуминов. Глюкозооксидазный метод определения глюкозы в крови основан на реакции окисления глюкозы в присутствии фермента глюкозооксидазы с образованием перекиси водорода, которая, в свою очередь, в присутствии пероксидазы окисляет ортотолидин с образованием окрашенных продуктов; о концентрации глюкозы судят по количеству окрашенных продуктов. Глюкоза в присутствии фермента глюкозооксидазы окисляется кислородом воздуха с образованием в ходе реакции перекиси водорода. Перекись водорода в присутствии фермента пероксидазы окисляет ортотолидин с образованием окрашенного соединения, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию глюкозы.

Статистическую обработку данных проводили с помощью табличного процессора «Microsoft Excel-2003» и пакета прикладной программы «Биометрия».

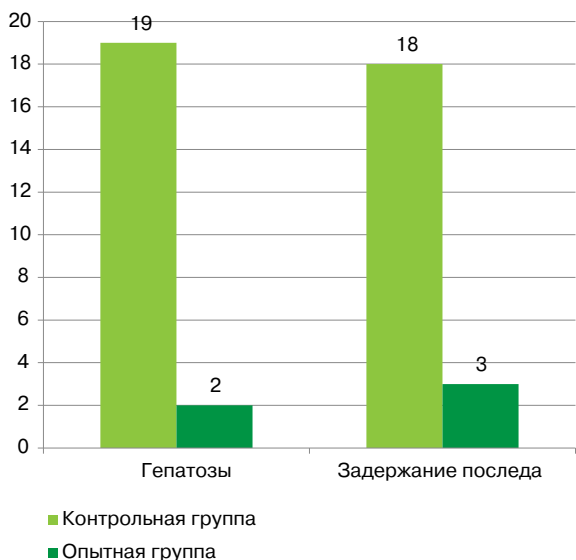
Результаты и обсуждение/Results and discussion

На рисунке 1 представлены данные о профилактической эффективности препарата «Овостим-цт» в отношении гепатозов и задержания последа после отела.

Из данных рисунка 1 следует, что применение животным до отела препарата «Овостим-цт» позволило сократить число случаев гепатоза у животных. Так, в контрольной группе заболело 19 коров, в опытной — 2.

Рис. 1. Число зарегистрированных случаев гепатозов и задержаний последа у коров после отела

Fig. 1. The number of registered cases of hepatosis and retention of placenta in cows after calving



Также следует отметить, что биопрепарат позволил снизить число случаев задержания последа у животных до 3 в опытной группе коров против 18 в контрольной. При этом необходимо отметить, что все случаи задержания последа сопровождались послеродовым эндометритом.

Клинические признаки гепатоза у животных были следующими: угнетение, слабость, прогрессирующее исхудание, атония преджелудков. Одну корову подвергли вынужденному убою.

После вынужденного убоя и вскрытия обнаружено, что печень животного слегка увеличена в объеме, края притуплены. Паренхима дряблая, неоднородно окрашена: от вишнево-красного до охряно-желтого цвета, на разрезе слегка выбухает. Желчный пузырь увеличен, стенки истончены, наполнен желчью густой консистенции. При разрезе органа на ноже наблюдался характерный жирный налет.

Также при вскрытии наблюдались дистрофические изменения в сердце, почках, признаки отека легких.

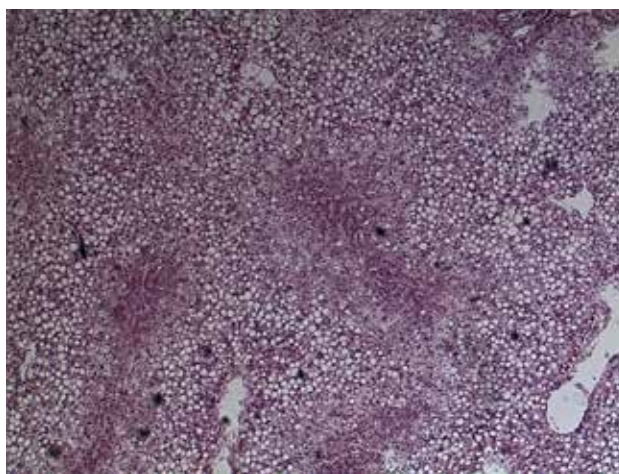
Результаты гистологического исследования печени представлены на рисунке 2.

Из данных рисунка 2 установлено, что в органе происходит разрушение гепатоцитов с одновременным скоплением крови в венах и капиллярах. Печеночные балки в местах полнокровия сдавлены. Также в органе присутствует явление жировой дистрофии по типу инфильтрации клеток. Такие гепатоциты увеличены в раз-

Рис. 2. Печень. Начальные явления аутолиза гепатоцитов.

Венозное и капиллярное полнокровие и центролобулярная крупнокапельная жировая дистрофия. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 50$

Fig. 2. Liver. The initial phenomena of autolysis of hepatocytes. Venous and capillary fullness and centrolobular large-drop fatty dystrophy. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 50$



мерах, округлой формы, ядро сдвинуто к периферии клетки.

На рисунке 3 отражены результаты биохимического исследования сыворотки крови коров после отела.

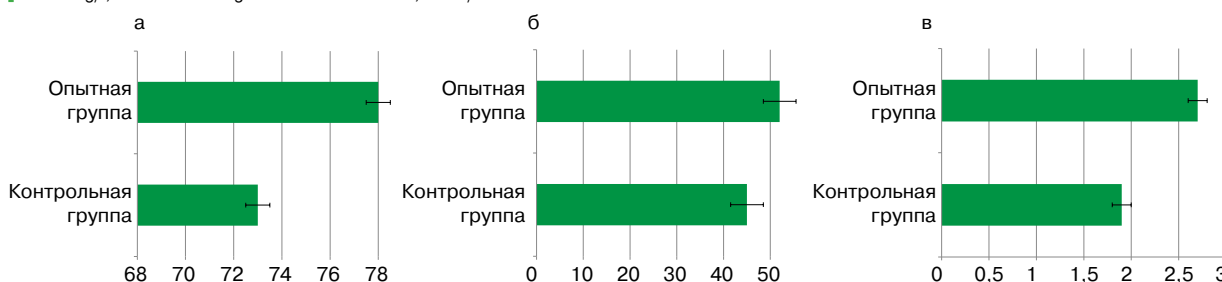
При исследовании сыворотки крови установлено, что применение в качестве средства профилактики препарата «Овостим-цт» оказало положительное влияние на биохимический состав крови коров. Так, у коров опытной группы по сравнению с животными контрольной группы содержание общего белка в сыворотке крови увеличилось на 6,7% ($p < 0,05$), количество альбуминов выросло на 15,6% ($p < 0,05$), концентрация глюкозы увеличилась на 45,8% ($p < 0,05$).

Выводы/ Conclusion

Поражения печени у коров после отела сопровождаются тяжелыми структурными изменениями в органе в виде жировой, белковой дистрофии, нарушениями микроциркуляции и в конечном итоге разрушением гепатоцитов. Применение препарата «Овостим-цт», обладающего гепатопротекторными свойствами, позволило снизить количество случаев гепатоза у коров после отела, уменьшить число задержаний последа. Препарат «Овостим-цт» оказал благоприятное воздействие на биохимические показатели сыворотки крови коров: произошло увеличение концентрации общего белка, альбуминов и глюкозы в крови.

Рис. 3. Биохимические показатели сыворотки крови коров после отела: а — содержание общего белка в сыворотке крови, г/л; б — содержание альбуминов в сыворотке крови, г/л; в — содержание глюкозы в сыворотке крови, ммоль/л

Fig. 3. Biochemical parameters of blood serum of cows after calving: а — total protein content in blood serum, g/l; б — content of albumins in blood serum, g/l; в — content of glucose in blood serum, mmol/l



Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

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

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Новикова И.А., Долгая М.Н. Биохимический статус коров при терапии субклинического кетоза с использованием природных цеолитов и лецитина. *Аграрная наука*. 2022; (5):22-26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>
- Боголюбова Н.В., Рыков Р.А. Показатели антиоксидантной защиты организма молочных коров в зависимости от фазы лактации и физиологического состояния. *Аграрная наука*. 2022; (5):27-31. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-27-31>
- Максимюк Н.Н., Косенко Г.В., Юдина Н.В., Ребезов М.Б. Роль биологически активных добавок в процессах лактации и повышении молочной продуктивности коров. Современные ресурсосберегающие технологии производства молока: от теории к практике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Великий Новгород, 2018. С. 98-103 eLIBRARY ID: 41452770
- Никонова Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Савчук С.В. Особенности обмена питательных веществ в организме чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота. *Аграрная наука*. 2022; (5):40-44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>
- Shen Y, Chen L, Yang W, Wang Z. Exploration of serum sensitive biomarkers of fatty liver in dairy cows. *Sci Rep*. 2018 Sep 11;8(1):13574. doi: 10.1038/s41598-018-31845-0
- Gerspach C, Imhasly S, Gubler M, Naegeli H, Ruetten M, Laczko E. Altered plasma lipidome profile of dairy cows with fatty liver disease. *Res Vet Sci*. 2017 Feb; 110:47-59. doi: 10.1016/j.rvsc.2016.10.001
- Tharwat M, Endoh D, Oikawa S. Hepatocyte apoptosis in dairy cows with fatty infiltration of the liver. *Res Vet Sci*. 2012 Dec;93(3):1281-6. doi: 10.1016/j.rvsc.2012.03.011
- Gerspach C, Imhasly S, Klingler R, Hilbe M, Hartnack S, Ruetten M. Variation in fat content between liver lobes and comparison with histopathological scores in dairy cows with fatty liver. *BMC Vet Res*. 2017 Apr 12;13(1):98. doi: 10.1186/s12917-017-1004-9
- Bogin E, Avidar Y, Merom M, Soback S, Brenner G. Biochemical changes associated with the fatty liver syndrome in cows. *J Comp Pathol*. 1988 Apr;98(3):337-47. doi: 10.1016/0021-9975(88)90042-4
- Veenhuizen JJ, Drackley JK, Richard MJ, Sanderson TP, Miller LD, Young JW. Metabolic changes in blood and liver during development and early treatment of experimental fatty liver and ketosis in cows. *J Dairy Sci*. 1991 Dec;74(12):4238-53. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78619-0
- Gröhn Y, Lindberg LA. Ultrastructural changes of the liver in spontaneously ketotic cows. *J Comp Pathol*. 1985 Jul;95(3):443-52. doi: 10.1016/0021-9975(85)90049-0
- Gerloff BJ. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2000 Jul;16(2):283-92. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30106-7
- Reid IM, Collins RA. The pathology of post-parturient fatty liver in high-yielding dairy cows. *Invest Cell Pathol*. 1980 Jul-Sep;3(3):237-49. PMID: 7429883.
- Bobe G, Young JW, Beitz DC. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2004 Oct;87(10):3105-24. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73446-3
- Tanemura K, Ohtaki T, Ono M, Tsumagari S. Development of ovarian diseases in dairy cows with a history of fatty liver, and their prognosis. *J Vet Med Sci*. 2016 Jun 1;78(5):755-60. doi: 10.1292/jvms.14-0637
- Патент Российской Федерации 2712524 Способ профилактики и лечения задержания последа у коров. Д.В. Ольховский, П.В. Бурков, А.А. Романов; Патентообладатель Южно-Уральский государственный аграрный университет. № 2018140102 заявление 13.11.2018 ; опубликовано 29.01.2020, Бюллетень № 4.
- Патент Российской Федерации 2651775. Средство для лечения коров с гипофункцией яичников. Д.В. Ольховский, П.В. Бурков, А.А. Романов; Патентообладатель Южно-Уральский государственный аграрный университет. № 2016124595 заявление 20.06.2016 ; опубликовано 23.04.2018, Бюллетень № 12.

REFERENCES

- Novikova I.A., Dolgaya M.N. The biochemical status of cows during the therapy of subclinical ketosis using natural zeolites and lecithin. *Agrarian Science*. 2022; 359(5): 22-26. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-22-26>
- Bogolyubova N.V., Rykov R.A. Indicators of antioxidant protection of the body of dairy cows depending on the phase of lactation and physiological state. *Agrarian science*. 2022; (5):27-31. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-27-31>
- Maksimiyuk N.N., Kosenko G.V., Yudina N.V., Rebezov M.B. The role of biologically active additives in lactation processes and increasing dairy productivity of cows. *Modern resource-saving technologies of milk production: from theory to practice: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Veliky Novgorod, 2018. 98-103 eLibrary ID: 41452770
- Nikonova E.A., Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I., Savchuk S.V. Peculiarities of nutrient metabolism in the body of a purebred and mixed young cattle. *Agrarian science*. 2022; (5):40-44. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-40-44>
- Shen Y, Chen L, Yang W, Wang Z. Exploration of serum sensitive biomarkers of fatty liver in dairy cows. *Sci Rep*. 2018 Sep 11;8(1):13574. doi: 10.1038/s41598-018-31845-0
- Gerspach C., Imhasly S., Gubler M., Naegeli H., Ruetten M., Laczko E. Altered plasma lipidome profile of dairy cows with fatty liver disease. *Res Vet Sci*. 2017 Feb; 110:47-59. doi: 10.1016/j.rvsc.2016.10.001
- Tharwat M, Endoh D, Oikawa S. Hepatocyte apoptosis in dairy cows with fatty infiltration of the liver. *Res Vet Sci*. 2012 Dec;93(3):1281-6. doi: 10.1016/j.rvsc.2012.03.011
- Gerspach C., Imhasly S., Klingler R., Hilbe M., Hartnack S., Ruetten M. Variation in fat content between liver lobes and comparison with histopathological scores in dairy cows with fatty liver. *BMC Vet Res*. 2017 Apr 12;13(1):98. doi: 10.1186/s12917-017-1004-9
- Bogin E., Avidar Y., Merom M., Soback S, Brenner G. Biochemical changes associated with the fatty liver syndrome in cows. *J Comp Pathol*. 1988 Apr;98(3):337-47. doi: 10.1016/0021-9975(88)90042-4
- Veenhuizen JJ, Drackley JK, Richard MJ, Sanderson TP, Miller LD, Young JW. Metabolic changes in blood and liver during development and early treatment of experimental fatty liver and ketosis in cows. *J Dairy Sci*. 1991 Dec; 74(12):4238-53. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78619-0
- Gröhn Y, Lindberg L.A. Ultrastructural changes of the liver in spontaneously ketotic cows. *J Comp Pathol*. 1985; 95(3):443-52. doi: 10.1016/0021-9975(85)90049-0
- Gerloff BJ. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2000 Jul; 16(2):283-92. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30106-7
- Reid I.M., Collins R.A. The pathology of post-parturient fatty liver in high-yielding dairy cows. *Invest Cell Pathol*. 1980 Jul-Sep; 3(3):237-49. PMID: 7429883.
- Bobe G., Young J.W., Beitz D.C. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J Dairy Sci*. 2004 Oct; 87(10):3105-24. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73446-3
- Tanemura K., Ohtaki T., Ono M., Tsumagari S. Development of ovarian diseases in dairy cows with a history of fatty liver, and their prognosis. *J Vet Med Sci*. 2016 Jun 1;78(5):755-60. doi: 10.1292/jvms.14-0637
- Patent of the Russian Federation 2712524. Method of prevention and treatment of retention of afterbirth in cows. D.V. Olkhovskiy, P.V. Burkov, A.A. Romanov; patent holder South Ural State Agrarian University. No. 2018140102 application 13.11.2018; published 29.01.2020, Bulletin No. 4.
- Patent of the Russian Federation 2651775. A remedy for the treatment of cows with ovarian hypofunction. D.V. Olkhovskiy, P.V. Burkov, A.A. Romanov; patent holder South Ural State Agrarian University. No. 2016124595 application 20.06.2016; published 23.04.2018, Bulletin No. 12.

ОБ АВТОРАХ:

Павел Валерьевич Бурков,
кандидат ветеринарных наук
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>
E-mail: burcovpavel@mail.ru

Павел Николаевич Щербakov,
доктор ветеринарных наук, доцент
Кафедра инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной
экспертизы
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
ул. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>
E-mail: scherbakov_pavel@mail.ru

Максим Борисович Ребезов^{1,2},
Доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных
наук, профессор

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екате-
ринбург, Российская Федерация

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Гор-
батого Российской академии наук, Москва, Российская Феде-
рация

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

E-mail: rebezov@ya.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Pavel Valeriyevich Burkov,
Candidate of Veterinary Sciences,
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin St., Troitsk,
457100, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7515-5670>
E-mail: burcovpavel@mail.ru

Pavel Nikolayevich Scherbakov,
Doctor of Veterinary Science, Professor
Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary
Expertise
South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin St., Troitsk,
457100, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>
E-mail: scherbakov_pavel@mail.ru

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2},
Doctor of Agricultural Sciences, candidate of veterinary sciences,
Professor

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

E-mail: rebezov@ya.ru

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

**В Бурятии впервые проведена
трансплантация эмбрионов КРС**

В Республике Бурятия впервые была проведена трансплантация глубокозамороженными эмбрионами КРС, полученными от высокопродуктивных племенных животных с высоким генетическим потенциалом, сообщила пресс-служба регионального Минсельхозпрода. В сообщении отмечено, что работа проводилась на коровах-реципиентах в хозяйствах ООО «Благодатное» Бичурского района и ООО «Рубин» Кабанского района. Трансплантация эмбрионов является одним из биотехнологических методов улучшения качественных и продуктивных свойств животных, который позволяет получить потомство с улучшенными генетическими свойствами. Оплодотворенные яйцеклетки получают от генетически ценных коров доноров, на седьмой день после осеменения, до прикрепления эмбриона к стенке матки. Эмбрион пересаживают в матку коровы-реципиента, которая служит в качестве суррогатной матери и не имеет ценных породных свойств. В случае если пересадка окажется результативной и эмбрион приживется, животное получит все необходимые витаминно-минеральные вещества в течение всего периода беременности. Появившийся на свет теленок получит колостральный иммунитет от приспособленной к местным условиям среды обитания коровы-реципиента и будет значительно превосходить ее по своему генетическому потенциалу.

**Китайские ученые вывели новую
породу мясных коров**

В КНР выведена новая порода мясных коров, отличающаяся высокой адаптивностью и скоростью роста бычков. Об этом сообщает агентство Синьхуа со ссылкой на результаты Китайской академии сельскохозяйственных наук.

Над селекцией породы, получившей название «Хуаси ню», китайские ученые работали на протяжении 40 лет. Выведенные животные адаптированы к климатическим условиям как на севере, так и на юге страны. Вес взрослого бычка достигает 900 кг.

(Источник: vetandlife.ru)

**Сельхозпроизводители Хабаровского
края наращивают поголовье КРС**

В хабаровских сельхозорганизациях и крупных КФХ с начала 2022 года появились на свет почти 1200 телят. Всего в регионе около 14 тыс. голов КРС, из которых 6,2 тыс. – дойные коровы. Так, в КФХ Николая Скалюка в 2022 году родилось 95 телят симментальской и бурой швицкой пород, из них 29 – в июле. Все эти виды ценят за высокие удои, крепкое здоровье, неприхотливость к климатическим условиям и покладистый характер. Кроме того, бурая швицкая считается одной из лучших в мире по содержанию белка в молоке и качеству приготавливаемых из него сыров.

«Наращивание здорового высокопродуктивного стада – среди приоритетов министерства, на него направлены в том числе меры господдержки», – заявила Алена Селезнева, и.о. начальника управления по развитию агропромышленного комплекса и племенной работы краевого минсельхоза.

(Источник: пресс-служба Минсельхоза России)



А.В. Мифтахутдинов¹, ✉
Э.Р. Сайфульмулюков¹,
С.Г. Дорофеева²,
Д.Е. Аносов²

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

² Группа компаний «ВИК», деревня Островцы, Московская область, Российская Федерация

✉ nirugavm@mail.ru

Поступила в редакцию:
01.06.2022

Одобрена после рецензирования:
11.07.2022

Принята к публикации:
22.08.2022



Open access

Alevtin V. Miftakhutdinov¹, ✉
Ernest R. Saifulmulyukov¹,
Svetlana G. Dorofeeva²,
Dmitry E. Anosov²

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Group of companies "VIC", Ostrovtsy village, Moscow region, Russian Federation

✉ nirugavm@mail.ru

Received by the editorial office:
01.06.2022

Accepted in revised:
11.07.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Коррекция развития теплового стресса у цыплят-бройлеров в комплексе ветеринарно-санитарных мероприятий, применяемых на птицефабрике промышленного типа

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Степень развития теплового стресса у птицы связана с влиянием ряда факторов: значение пиковой температуры, продолжительность влияния ее на цыплят-бройлеров, влажность воздуха в птичнике, вентиляция, возраст и живая масса птицы. Исходя из тепловой нагрузки на организм птицы в разной степени снижается потребление корма, продуктивность и качество получаемой продукции. Тепловая нагрузка, превышающая адаптационные возможности, может приводить к летальному исходу.

Методы. Для определения степени и глубины влияния тепловой нагрузки на организм птицы были изучены производственные данные с ведущих птицефабрик Челябинской и Белгородской областей. Производственный опыт по коррекции теплового стресса был проведен в условиях птичников с клеточным содержанием цыплят-бройлеров. Птице опытной группы через медикаторы выпаивался раствор препарата «ПАРАТЕРМ» в течение 5 суток до убоя, в дозе 70 мг/кг массы тела. На 39-е сутки был осуществлен убой птицы.

Результаты. На фоне применения препарата «ПАРАТЕРМ» сохранность птицы в опытной группе выросла по сравнению с контрольной на 1,6%, падеж при транспортировке снизился в 6,6 раз. На фоне накопления белковой массы в мясе птицы опытной группы отмечалось увеличение количества влаги и снижение числалипидов. Содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в мясе птицы экспериментальных групп не превышало допустимый уровень, что свидетельствует о безопасности получаемого мясного сырья. Статистически значимые изменения в мясе опытной группы наблюдались в содержании меди и цинка.

Ключевые слова: тепловой стресс, цыплята-бройлеры, птицефабрика, «ПАРАТЕРМ», фармакокоррекция

Для цитирования: Мифтахутдинов А.В., Сайфульмулюков Э.Р., Дорофеева С.Г., Аносов Д.Е. Коррекция развития теплового стресса у цыплят-бройлеров в комплексе ветеринарно-санитарных мероприятий, применяемых на птицефабрике промышленного типа. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-44-54>

© Мифтахутдинов А.В., Сайфульмулюков Э.Р., Дорофеева С.Г., Аносов Д.Е.

Correction of the development of heat stress in broiler chickens in the complex of veterinary and sanitary measures used in an industrial-type poultry farm

ABSTRACT

Relevance. The degree of development of heat stress in poultry is associated with the influence of a number of factors: the value of the peak temperature, the duration of its influence on broiler chickens, air humidity in the poultry house, ventilation, age and live weight of the birds. Based on the heat load on the body of the bird, feed consumption, productivity and quality of the products obtained are reduced to varying degrees. Thermal load exceeding adaptive capacity can be fatal.

Methods. To determine the degree and depth of the effect of heat load on the body of a bird, production data from the leading poultry farms of the Chelyabinsk and Belgorod regions were studied. A production experiment on the correction of heat stress was carried out in the conditions of poultry houses with cage keeping of broiler chickens. The birds of the experimental group were fed a solution of the drug "PARATERM" through medicators for 5 days before slaughter, at a dose of 70 mg/kg of body weight. On the 39th day, the birds were slaughtered.

Results. Against the background of the use of the drug "PARATERM", the safety of birds in the experimental group increased by 1.6% compared to the control group, the mortality during transportation decreased by 6.6 times. Against the background of the accumulation of protein mass in the poultry meat of the experimental group, there was an increase in the amount of moisture and a decrease in amount of lipids. The content of heavy metals and toxic elements in the poultry meat of the experimental groups did not exceed the permissible level, that indicates the safety of the meat raw materials obtained. Statistically significant changes in the meat of the experimental group were observed in the content of copper and zinc.

Key words: heat stress, broiler chickens, poultry farm, "PARATERM", pharmacocorrection

For citation: Miftakhutdinov A.V., Saifulmulyukov E.R., Dorofeeva S.G., Anosov D.E. Correction of the development of heat stress in broiler chickens in the complex of veterinary and sanitary measures used in an industrial-type poultry farm. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-44-54> (In Russian).

© Miftakhutdinov A.V., Saifulmulyukov E.R., Dorofeeva S.G., Anosov D.E.

Введение/Introduction

На развитие теплового стресса у цыплят-бройлеров оказывает влияние комплекс факторов, прежде всего это значение максимальной регистрируемой температуры в помещении, а также то, насколько температура воздуха снижается в ночное время, длительность воздействия экстремальной температуры на птицу, относительная влажность воздуха, регуляция которой позволяет снизить термонагрузку на организм, адекватная и регулируемая вентиляция, технологические стратегии кондиционирования воздуха в птичнике, живая масса, генотип и возраст птицы [1, 2].

Тепловой стресс активизирует биологические программы, вызывающие изменения в поведении, физиологических реакциях, иммунном ответе, тем самым снижая потребление корма, продуктивность и качество получаемой продукции птицеводства, угнетая жизненные показатели, в том числе до критических и летальных [3, 4].

Тепловая нагрузка на организм птицы, превышающая адаптационные возможности, может приводить к снижению качественных характеристик мяса. Некоторыми авторами были описаны случаи потери качества мяса птицы при транспортировке бройлеров с ферм на убойный пункт в условиях жаркого климата [5–8].

При описании снижения качества мяса учеными отмечалось нарушение метаболизма жиров, снижение мышечной массы у цыплят-бройлеров, антиоксидантной активности мышечной ткани и содержания белка, увеличение жировых отложений в тушке. Также авторами наблюдалось появление дефектов тушек, таких как разрывы кожи, плохое обескровливание, PSE, что, в свою очередь, снижало потребительские свойства вырабатываемой продукции [9–13].

Качество получаемой продукции птицеводства снижалось, вероятнее всего, за счет сочетанного влияния всех факторов, и в частности — последствий теплового стресса. При направлении усилий на коррекцию развития теплового стресса в промышленном птицеводстве можно повысить качество получаемого мяса цыплят-бройлеров.

В своих исследованиях мы обратили внимание на специальные средства фармакологической поддержки метаболических процессов для компенсации тепловой нагрузки на организм цыплят-бройлеров, в частности — на препарат «ПАРАТЕРМ», содержащий ацетилсалициловую кислоту (НПВС). По литературным данным, применение ацетилсалициловой кислоты снижает последствия теплового стресса, аллостатической нагрузки, асцита, заболеваний ног, респираторных и пищеварительных заболеваний, а также повышает показатели роста, переваривание и усвоение питательных веществ из корма, яйценоскость, качество мяса и яйца. Кроме того, ацетилсалициловая кислота играет ключевую роль в снижении уровня холестерина и триглицеридов в крови, мясе и яйце, улучшении иммунных функций и повышении активности антиоксидантных ферментов [14].

Для оценки эффективности применения препарата «ПАРАТЕРМ» в условиях воздействия на птицу высоких температур окружающей среды с целью коррекции теплового стресса птицы был проведен эксперимент в условиях промышленной птицефабрики.

Материалы и методы/Materials and methods

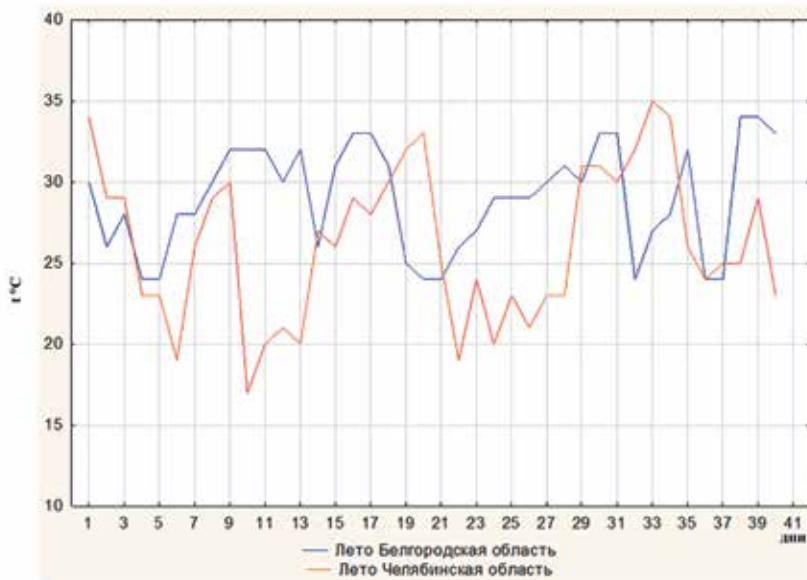
Для определения степени и глубины влияния тепловой нагрузки на организм птицы и вместе с тем возможного ущерба были изучены производственные данные с ведущих птицефабрик Челябинской (n = 6, общее проанализированное поголовье составило 1 154 232 гол.) и Белгородской областей (n = 14, общее проанализированное поголовье составило 1 388 805 гол.). Оценка производственных показателей и поиск закономерностей охватывали 2 периода: летний (Л) и зимне-весенний (ЗВ). Данные по температуре окружающей среды были взяты из открытой базы данных интернет-ресурса: <https://www.gismeteo.ru>.

Производственный опыт по коррекции теплового стресса был проведен в условиях птичников с клеточным содержанием цыплят-бройлеров. Для эксперимента было выделено 2 птичника: контрольный — 93 825 гол., опытный — 95 070 гол. Птице опытной группы через медикаторы выпаивался раствор препарата «ПАРАТЕРМ» в течение 5 суток до убоя, в дозе 70 мг/кг массы тела. Птица контрольной группы, кроме основного рациона, не получала никаких фармакологических препаратов из группы НПВС. На 39-е сутки были осуществлены перевозка и убой птицы. Условия кормления были идентичными, в соответствии с рекомендациями производителя кросса. Микроклимат помещения измерялся специализированным оборудованием птицефабрики.

Содержание жира устанавливали по ГОСТ 23042-2015, белка — по ГОСТ 25011-2017, влаги — по ГОСТ 9793-2016, золы — методом сухого озоления по ГОСТ 31727-2012, металлов — спектрометрически на приборе «Квант 2А» по ГОСТ 30178-96, ГОСТ 33425-2015, ГОСТ Р 55484-2013.

Рис. 1. Средние дневные температуры в июле, августе 2021 года

Fig. 1. Average daily temperatures in July, August 2021



Результаты и обсуждение/ Results and discussion

При проведении мониторинга температуры окружающей среды было выявлено, что средняя дневная температура в Белгородской области за указанный период была выше ($P = 0,0244$), чем в Челябинской области; температуры составили соответственно $29,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $26,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).

Нами проведен сравнительный анализ производственных показателей на промышленных птицеводческих предприятиях в Челябинской и Белгородской областях, представленных в таблице 1.

Результаты оценки производственных показателей выращивания птицы в разные сезоны года выявили проблему снижения продуктивности, причиной которой являлась высокая тепловая нагрузка на организм птицы.

Сохранность птицы в зимне-весенний период на птицефабриках в Челябинской и Белгородской областях была выше на 4,8% и 2,2%, среднесуточный прирост живой массы — на 8,3% и 6,6%, средний валовый привес — на 8,4% и 22,9%, в итоге индекс продуктивности отличался на 44,8 ед. и 41,2 ед. соответственно.

В целом в Белгородской области, как и в Челябинской, наблюдались взаимосвязи сезона года и производственных показателей, а также существенное снижение последних из-за развития тепловых стрессов. Соответственно, своевременное применение методов коррекции тепловых стрессов будет иметь одинаковую эффективность в обеих областях, несмотря на более жаркое лето в Белгородской области, по сравнению с Южным Уралом.

Ветеринарно-санитарные мероприятия по снижению тепловой нагрузки на организм цыплят-бройлеров, проводимые на птицефабрике, включают в себя меры технологической поддержки: полив водой корпуса птичника, распыление воды внутри помещения, регулировка вентиляции, перенос манипуляций с птицей на вечернее время.

В контрольном птичнике с 7-го по 14-й день содержания температура была выше нормы на $1,5\text{--}2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, коэффициент вентиляции составлял $0,8\text{--}1,0$; с 15-го по 21-й день — на $2,1\text{--}4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $1,5$; с 22-го по 29-й день — на $1,6\text{--}9,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $1,5$; с 30-го дня и до окончания периода содержания птицы температура была выше нормы на $1,7\text{--}4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $2,0$.

В опытном птичнике с 7-го по 14-й день выращивания птицы температура превышала норму на $0,6\text{--}1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $0,8$; с 15-го по 18-й день — на $1,0\text{--}3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $1,5$; с 19-го по 21-й день — на $1,4\text{--}2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $2,0$; с 22-го по 29-й день — на $0,9\text{--}1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ при

Таблица 1. Сравнительные производственные показатели в летний и зимне-весенний период на птицефабриках промышленного типа в Челябинской и Белгородской областях
Table 1. Comparative production indicators in the summer and winter-spring periods at industrial-type poultry farms in the Chelyabinsk and Belgorod regions

Показатель	Челябинская область		Белгородская область	
	лето	зима-весна	лето	зима-весна
Срок откорма, сут.	38,70±0,42	38,00±0,00	36,71±0,47	37,9±0,62
Поголовье в 1 цехе, гол.	95648±661	96724±513	49909,9±3617,5	49290,5±10785,9
Масса цыплят, кг	2,13±0,07	2,21±0,08	1,98±0,072	2,18±0,053***
Сохранность, %	89,00±1,48	93,78±1,85	93,92±1,26	96,1±1,18***
Среднесуточный прирост массы тела, г	51,75±1,44	56,04±2,30*	52,90±1,42	56,40±1,05***
Средний валовый привес в каждом цехе, т	186,49±4,52	202,09±8,25	84,52±2,86	103,83±4,72***
Европейский индекс продуктивности, ед.	285,35±9,86	330,13±22,75**	252,73±9,18	293,90±8,93***

Примечание: достоверно при * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

Таблица 2. Производственные показатели, полученные в результате выращивания цыплят-бройлеров
Table 2. Production figures obtained from raising broiler chickens

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Посажено голов	93825	95070
Вес 1 головы при посадке, г	23,8	23,8
Срок откорма, дн.	39	39
Сохранность, %	90	91,9
Падеж, гол.	9411, в том числе при транспортировке — 591	7744, в том числе при транспортировке — 89

коэффициенте вентиляции $2,0$; с 30-дневного возраста до окончания периода выращивания цыплят-бройлеров температура превышала норму на $2,8\text{--}4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ при коэффициенте вентиляции $2,0$.

Таким образом, птица в контрольной и опытной группах, несмотря на увеличение вентиляции, испытывала тепловую нагрузку. Причем высокая температура в птичнике сопровождала весь процесс выращивания и откорма цыплят-бройлеров.

Производственные показатели, полученные в результате выращивания цыплят-бройлеров обеих групп, представлены в таблице 2.

В опытной группе сохранность была выше на 1,6%, общий падеж птицы был снижен на 17,7%, при транспортировке отмечалось уменьшение количества павшей птицы в 6,6 раз по сравнению с контролем. На снижение уровня падежа птицы, по нашему мнению, повлияло действие препарата «ПАРАТЕРМ» [14].

Содержание тяжелых металлов в мясе птицы позволяет оценить как метаболические процессы, связанные с обменом микро- и макроэлементов, так и безопасность получаемого мясного сырья для потребителя.

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в мясе птицы экспериментальных групп
Table 3. The content of heavy metals in poultry meat of the experimental groups

Наименование элемента, мг/кг	Группа		p
	контрольная	опытная	
Железо	4,09±0,21	3,68±0,44	0,128
Медь	0,08±0,01	0,13±0,03	0,005
Цинк	9,59±0,90	6,92±0,81	0,005
Кобальт	0,01±0,01	0,01±0,001	0,378
Марганец	0,15±0,001	0,16±0,03	0,378
Магний	688,17±20,70	708,70±3,63	0,378
Свинец	0,01±0,01	0,03±0,01	0,128
Никель	0,01±0,001	0,02±0,02	0,575
Кадмий	0,002±0,001	0,001±0,001	0,128

Рис. 2. Уровень содержания тяжелых металлов и токсичных элементов в мясе птицы, % от допустимого уровня

Fig. 2. The level of heavy metals and toxic elements in poultry meat, % of the permissible level

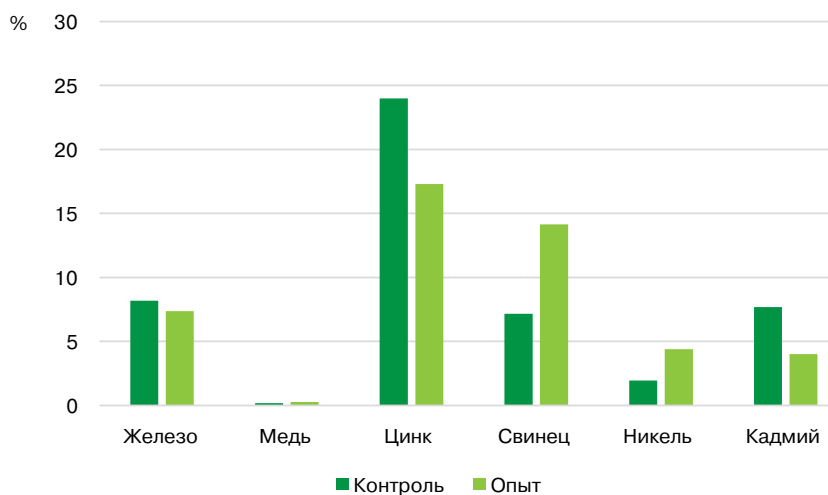


Таблица 4. Химический состав мяса птицы экспериментальных групп
Table 4. Chemical composition of poultry meat of the experimental groups

Показатель, %	Группа		p
	контрольная	опытная	
Сухое вещество	30,26±3,59	27,62±2,81	0,004
Влага	69,74±3,59	72,38±2,81	0,004
Сырой протеин	19,25±1,53	20,58±0,54	0,004
Зола	1,06±0,09	1,11±0,05	0,091
Жир	2,72±0,32	2,15±0,34	0,004

Статистически значимые изменения в мясе птицы опытной группы по сравнению с контрольной наблюдались по содержанию меди и цинка. Уровень меди был выше на 60%, цинка — ниже на 27,9%.

Снижение уровня цинка мы связываем с его расходом на синтез белка, а также возможным участием в выстраивании антиоксидантной защиты организма, поскольку он является ключевым звеном в различных ферментных системах [15].

Сохранение концентрации меди в мясе опытной группы на уровне 0,13 мг/кг, скорее всего, было опре-

делено тем, что для поддержания оптимального физиологического состояния организму птицы не нужно было использовать запасы микроэлемента из мышечной ткани; тогда как в контрольной группе наблюдалось снижение концентрации элемента, свидетельствующее о значительном вовлечении меди в адаптационные процессы [16].

При оценке содержания тяжелых металлов в мясе исходя из их допустимого уровня в сырье, были выявлены некоторые отличия (рис. 2).

Содержание тяжелых металлов и токсичных элементов не превышало допустимый уровень, составив по железу 7,4–8,2%, меди — 0,2–0,3%, цинку — 17,3–24,0%, свинцу — 7,2–14,2%, никелю — 1,9–4,4%, кадмию — 4,0–7,7%. Полученные данные позволяют сделать вывод о безопасности получаемого мясного сырья как в контрольной группе, так и при применении препарата «ПАРАТЕРМ».

Исследование химического состава мяса птицы экспериментальных групп было проведено с целью оценки пищевой ценности получаемого сырья (табл. 4).

В мясе птицы опытной группы наблюдалось повышение содержания влаги и белка на 2,6% и 1,3% соответственно и снижение содержания жира на 0,6% по сравнению с контролем. Несмотря на отмеченные изменения, пищевая ценность мяса соответствовала предъявляемым требованиям. Полученные данные свидетельствовали о том, что использование препарата «ПАРАТЕРМ» не оказало отрицательного влияния на химический состав мяса птицы.

Исходя из результатов проведенного эксперимента следует отметить, что цыплята-бройлеры подвергались воздействию высокой температуры с 7-до 39-дневно-го возраста — когда производился убой. Из данных по микроклимату ясно, что существующих режимов вентиляции было явно недостаточно для компенсации высокой температуры. Препарат «ПАРАТЕРМ» реко-

мендуется применять за несколько часов до подъема температуры, поэтому стоит дифференцированно подходить к регуляции метаболических процессов в условиях длительного воздействия высоких температур.

Для стабилизирующего эффекта и компенсации теплового стресса необходимо время, и птица физиологически приспособляется к негативным условиям окружающей среды: наблюдается махание крыльями, увеличение потребления воды и частоты дыхания. В опытной группе птице для поддержания физиологических процессов и снижения температуры тела ввели в

питьевую воду препарат «ПАРАТЕРМ», содержащий ацетилсалициловую кислоту. Под ее воздействием идет усиление теплоотдачи в результате расширения сосудов кожи. Кроме этого, в организме птицы происходит: ингибирование агрегации тромбоцитов и эритроцитов; индукция белков теплового шока (доказано для тканей миокарда, бурсы, тимуса и селезенки птиц), уменьшение местных воспалительных процессов и боли слабой и средней интенсивности, торможение гастропротекторных простагландинов (нарушения целостности слизистой оболочки желудка) [17].

Таким образом, проведенный опыт подтвердил правильность выбора препарата «ПАРАТЕРМ» специалистами птицефабрики для адаптации птицы к высокой температуре окружающей среды. В дальнейшем следует учитывать, что препарат необходимо давать за два часа до наступления пиковой температуры. Это связано с тем, что пик концентрации ацетилсалициловой кислоты в плазме крови достигается через 1–2 часа после введения препарата с питьевой водой.

Выводы/Conclusion

1. В Белгородской области, несмотря на разные климатические регионы Челябинской, наблюдалась аналогичная взаимосвязь сезона года и производственных показателей на птицефабриках промышленного типа, а также существенное снижение продуктивности из-за развития тепловых стрессов.

2. Цыплята-бройлеры контрольной и опытной групп, несмотря на увеличение вентиляции в наиболее жаркие периоды, испытывали значительную тепловую нагрузку, причем высокая температура в птичниках сопровождала весь процесс выращивания и откорма птицы.

3. Применение фармакологических схем коррекции тепловых стрессов с использованием препарата «ПАРА-

ТЕРМ» позволило увеличить сохранность птиц и соответствующим образом увеличить выход мясной продукции. Сохранность птицы в опытной группе была выше по сравнению с контрольной на 1,6%, общий падеж — ниже на 17,7%, в том числе при транспортировке — в 6,6 раз.

4. На фоне увеличения накопления белковой массы в мясе птицы опытной группы на 1,3% отмечалось увеличение количества влаги на 2,6%, что связано с биохимическими преобразованиями запасов жира в эндогенную воду и, соответственно, снижением уровня липидов на 0,6%. Пищевая ценность мяса соответствовала требованиям нормативной документации.

5. Содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в мясе птицы экспериментальных групп не превышало допустимый уровень, достигая по железу 8,2%, меди — 0,3%, цинку — 24,0%, свинцу — 14,2%, никелю — 4,4%, кадмию — 7,7%, что свидетельствует о безопасности получаемого мясного сырья. Статистически значимые изменения в мясе опытной группы наблюдались по содержанию меди и цинка. Уровень меди был выше на 60%, цинка — ниже на 27,9% по отношению к контрольной группе.

Таким образом, выпаивание препарата «ПАРАТЕРМ» через медикаторы в течение 5 суток до убоя в дозе не менее 70 мг/кг массы тела не оказывает отрицательного влияния на химический состав мяса птицы, не способствует накоплению в нем токсичных элементов и позволяет сохранить поголовье птиц, особенно при предубойной транспортировке. Рекомендуем применение препарата «ПАРАТЕРМ» с водой в период развития тепловых стрессов в течение 3–5 дней в дозе 0,07 г препарата/кг живой массы в сутки за 2 часа до наступления пиковой температуры, что соответствует 50 мг ацетилсалициловой кислоты/кг живой массы, или 250–550 г препарата на тонну воды.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Attia YA, Hassan RA, Qota MA. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks in the tropics. Effect of ascorbic acid and different levels of betaine. *Tropical Animal Health and Production* 2009. 41: p. 807–818.
- Бабин Г.Ю., Полуночкина Т.В., Дорофеева С.Г., Александрова С.С., Мифтахутдинов А.В. Сохранение продуктивности цыплят-бройлеров при экспериментальном тепловом стрессе. *Аграрная наука*. 2022; 355(1): 19–23.
- Abidin Z, Khatoon A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. *World's Poult. Sci. J.* 2013. 69: p. 135–151.
- Surai PF, Fotina TI. Physiological mechanisms of stress development in poultry industry. *Animal Breeding Today*. 2013. 6: p. 54–60.
- Pawar SS, Basavaraj S, Dhansing LV, Nitin KP, Sahebrao KA, Vitthal NA, Manoj BP, Kumar BS. Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2016. 4: p. 332–341.
- Lara LJ, Rostagno MR. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 2013. 3: p. 356–369.
- Dadgar S, Lee ES, Leer TLV, Burlinguette N, Classen HL, Crowe TG, Shand PJ. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. *Poult. Sci.* 2010. 89: 1033–1041.
- Bozkurt M, Kucukyilmaz K, Catli AU, Cinar M, Bintas E, Coven F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poult. Sci.* 2012. 91: p. 1379–1386.

REFERENCES

- Attia YA, Hassan RA, Qota MA. Recovery from adverse effects of heat stress on slow-growing chicks in the tropics. Effect of ascorbic acid and different levels of betaine. *Tropical Animal Health and Production* 2009. 41: p. 807–818.
- Babin GYu, Polunochkina TV, Dorofeeva SG, Aleksandrova SS, Miftakhutdinov AV. Sokhraneniye produktivnosti tsyplyat-broylerov pri eksperimental'nom teplovom strese. *Agrarnaya nauka*. 2022; 355(1): 19–23. (In Russian)].
- Abidin Z, Khatoon A. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. *World's Poult. Sci. J.* 2013. 69: p. 135–151.
- Surai PF, Fotina TI. Physiological mechanisms of stress development in poultry industry. *Animal Breeding Today*. 2013. 6: p. 54–60.
- Pawar SS, Basavaraj S, Dhansing LV, Nitin KP, Sahebrao KA, Vitthal NA, Manoj BP, Kumar BS. Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2016. 4: p. 332–341.
- Lara LJ, Rostagno MR. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 2013. 3: p. 356–369.
- Dadgar S, Lee ES, Leer TLV, Burlinguette N, Classen HL, Crowe TG, Shand PJ. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. *Poult. Sci.* 2010. 89: 1033–1041.
- Bozkurt M, Kucukyilmaz K, Catli AU, Cinar M, Bintas E, Coven F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poult. Sci.* 2012. 91: p. 1379–1386.

9. Sohail MU, Hume ME, Byrd JA, Nisbet DJ, Ijaz A, Sohail A, Shabbir MZ, Rehman H. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 2012. 91: p. 2235–2240.
10. Babinszky L, Veronika H, Verstegen MWA. Impacts of climate change on animal production and quality of animal food products. In: *Book: Climate Change Socioeconomic Effects*. Ch. 2011. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/19636> [Accessed 5th July 2022].
11. Sokołowicz Z, Krawczyk J, Świątkiewicz S. Quality of poultry meat from native chicken breeds — a review. *Ann. Anim. Sci.* 2016. 16: p. 347–368.
12. Dai SF, Gao F, Xu XL, Zhang WH, Song SX, Zhou GH. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour, pH, composition, and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. *Br. Poult. Sci.* 2012. 53: p. 471–481.
13. Ayo, J.O., Obidi, J.A., Rekwot, P.I., 2011. Effects of heat stress on the well-being, fertility, and hatchability of chickens in the Northern Guinea Savannah Zone of Nigeria: a Review. *Vet. Sci.* 2011, 1–11.
14. Alagawany M, Farag M, Abd El-Hack M, Dhama K, Fowler J. Use of acetylsalicylic acid as a feed additive in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 2017. 73(3): p. 633-642.
15. Park S-Y, Birkhold S, Kubena L, Nisbet D, Ricke S. Review on the Role of Dietary Zinc in Poultry Nutrition, Immunity, and Reproduction. *Biological trace element research*. 2004. 101: p. 147-63.
16. Leeson S. Copper metabolism and dietary needs. *World's Poultry Science Journal*, 2009. 65(3): p. 353-366.
17. Tang S, Yin B, Song E. Aspirin upregulates α B-Crystallin to protect the myocardium against heat stress in broiler chickens. *Sci Rep*, 2016 Available from: <https://www.nature.com/articles/srep37273> [Accessed 5th July 2022].

9. Sohail MU, Hume ME, Byrd JA, Nisbet DJ, Ijaz A, Sohail A, Shabbir MZ, Rehman H. Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 2012. 91: p. 2235–2240.
10. Babinszky L, Veronika H, Verstegen MWA. Impacts of climate change on animal production and quality of animal food products. In: *Book: Climate Change Socioeconomic Effects*. Ch. 2011. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/19636> [Accessed 5th July 2022].
11. Sokołowicz Z, Krawczyk J, Świątkiewicz S. Quality of poultry meat from native chicken breeds — a review. *Ann. Anim. Sci.* 2016. 16: p. 347–368.
12. Dai SF, Gao F, Xu XL, Zhang WH, Song SX, Zhou GH. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour, pH, composition, and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. *Br. Poult. Sci.* 2012. 53: p. 471–481.
13. Ayo, J.O., Obidi, J.A., Rekwot, P.I., 2011. Effects of heat stress on the well-being, fertility, and hatchability of chickens in the Northern Guinea Savannah Zone of Nigeria: a Review. *Vet. Sci.* 2011, 1–11.
14. Alagawany M, Farag M, Abd El-Hack M, Dhama K, Fowler J. Use of acetylsalicylic acid as a feed additive in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 2017. 73(3): p. 633-642.
15. Park S-Y, Birkhold S, Kubena L, Nisbet D, Ricke S. Review on the Role of Dietary Zinc in Poultry Nutrition, Immunity, and Reproduction. *Biological trace element research*. 2004. 101: p. 147-63.
16. Leeson S. Copper metabolism and dietary needs. *World's Poultry Science Journal*, 2009. 65(3): p. 353-366.
17. Tang S, Yin B, Song E. Aspirin upregulates α B-Crystallin to protect the myocardium against heat stress in broiler chickens. *Sci Rep*, 2016 Available from: <https://www.nature.com/articles/srep37273> [Accessed 5th July 2022].

ОБ АВТОРАХ:

Алевтин Викторович Мифтахутдинов,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии Южно-Уральский государственный аграрный университет, 13, ул. Гагарина, Троицк, 457103, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-8496-2810>

Эрнест Раисович Сайфулмулюков,

кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы Южно-Уральский государственный аграрный университет, 13, ул. Гагарина, Троицк, 457103, Российская Федерация
e-mail: nirugavm@mail.ru

Светлана Глебовна Дорофеева,

кандидат ветеринарных наук, заместитель генерального директора по ветеринарии Группа компаний «ВИК», Московская область, деревня Островцы, квартал 30137, стр. 681, Раменский г.о., Московская область, 140125, Российская Федерация
e-mail: dorofeeva@vicgroup.ru

Дмитрий Евгеньевич Аносов,

кандидат ветеринарных наук, директор департамента птицеводства Группа компаний «ВИК» Московская область, деревня Островцы, квартал 30137, стр. 681, Раменский г.о., Московская область, 140125, Российская Федерация
e-mail: office@vicgroup.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Alevtin Viktorovich Miftakhutdinov,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Physiology and Pharmacology South Ural State Agrarian University, 13st. Gagarina, Troitsk, 457103, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-8496-2810>

Ernest Raisovich Sayfulmulyukov,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise South Ural State Agrarian University, 13st. Gagarina, Troitsk, 457103, Russian Federation
e-mail: nirugavm@mail.ru

Svetlana Glebovna Dorofeeva,

Candidate of Veterinary Sciences, Deputy General Director for Veterinary Medicine VIC Group, building 681, block 30137, Ostrovtsy village, Ramenskoye city district, Moscow region, 140125, Russian Federation
e-mail: dorofeeva@vicgroup.ru

Dmitry Evgenievich Anosov,

Candidate of Veterinary Sciences, Director of the Poultry Department VIC Group of Companies, building 681, block 30137, Ostrovtsy village, Ramenskoye city district, Moscow region, 140125, Russian Federation
e-mail: office@vicgroup.ru

УДК 572.725:636.92

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-55-58

М.Е. Копчекчи,
Я.Е. Ярош,
И.В. Зирук, ✉
А.В. Егунова

Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова,
Саратов, Российская Федерация

✉ iziruk@yandex.ruПоступила в редакцию:
16.05.2022Одобрена после рецензирования:
02.08.2022Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-55-58

Marina E. Kopychekchi,
Yana E. Yarosh,
Irina V. Ziruk, ✉
Alla V. Egunova,

Saratov State Agrarian University named
after N.I. Vavilov, Saratov, Russian
Federation

✉ iziruk@yandex.ruReceived by the editorial office:
16.05.2022Accepted in revised:
02.08.2022Accepted for publication:
22.08.2022

Установление половой принадлежности кроликов по краниометрическим и морфологическим особенностям черепа

РЕЗЮМЕ

Введение. Половой диморфизм у кроликов является плохо выраженным, что создает ряд затруднений при определении пола животного. Необходимость определения пола возникает при судебно-ветеринарной экспертизе, археологических и специальных морфологических исследованиях, а также при изучении на краниологическом материале возрастной и породной изменчивости животных. Особенно актуальным этот вопрос является для ветеринарно-санитарной экспертизы, так как пол животного может влиять на качество шерсти или вкус мяса, что сказывается на качестве получаемой продукции. **Объекты и методы.** Объектами исследования явились черепа ($n = 4$) кроликов породы Калифорнийская и черепа ($n = 4$) породы Советская шиншилла. Этапами исследования были: создание 8 костных препаратов посредством вываривания их в воде с добавлением двууглекислой соды, отбеливания в 3%-ном растворе перекиси водорода, сравнение и морфометрия.

Результаты. На основании проделанного исследования можно выделить краниологические особенности, характерные для самцов кроликов и крольчих: угол нижней челюсти у самцов толще и массивнее, имеет более выраженную жевательную ямку; надглазничные отростки самцов кроликов более разветвленные и широкие; скуловой отросток скуловой кости имеет у самок тонкую вытянутой форму, у самцов — широкую овальную; на горизонтальной пластинке небной кости крольчих имеется большое количество отверстий; у самцов решетчатое отверстие по форме напоминает виолончель, а гипофизарное — овал; затылочно-клиновидное сращение у самцов кроликов выпуклое, а затылочный гребень имеет утолщение. Благодаря использованию в эксперименте нескольких пород кроликов можно доказать, что эти закономерности относятся к половым, а не к породным. Результаты исследования могут быть использованы для установления пола животного по черепу или его фрагментам, что важно для судебно-ветеринарной экспертизы при использовании краниологической методики по определению пола у различных видов животных.

Ключевые слова: кролики породы Калифорнийская, кролики породы Советская шиншилла, череп, установление пола, краниометрия, анатомия, самцы и самки, судебно-ветеринарная экспертиза

Для цитирования: Копчекчи М.Е., Ярош Я.Е., Зирук И.В., Егунова А.В. Установление половой принадлежности кроликов по краниометрическим и морфологическим особенностям черепа. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-55-58>

© Копчекчи М.Е., Ярош Я.Е., Зирук И.В., Егунова А.В.,

Establishment of the gender of rabbits by craniometric and morphological features of the skull

ABSTRACT

Introduction. Sexual dimorphism in rabbits is poorly expressed, which creates a number of difficulties in determining the sex of the animal. The need to determine sex arises during forensic veterinary examination, archaeological and special morphological studies, as well as in the study of age and breed variability of animals using craniological material. This issue is especially relevant for veterinary and sanitary examination, since the sex of the animal can affect the quality of wool or the taste of meat, which affects the quality of the products obtained.

Objects and methods. The objects of the study were skulls ($n = 4$) of Californian breed of rabbits and skulls ($n = 4$) of Soviet chinchilla breed. The stages of the study were: the creation of 8 bone preparations by boiling them in water with the addition of bicarbonate of soda, bleaching in a 3% hydrogen peroxide solution, comparison and morphometry.

Results. Based on the study, it is possible to identify craniological features characteristic of male and female rabbits: the angle of the lower jaw in males is thicker and more massive, has a more pronounced masticatory fossa; supraorbital processes of male rabbits are more branched and wide; the zygomatic process of the zygomatic bone has a thin elongated shape in females, and a wide oval in males; on the horizontal plate of the palatine bone of female rabbits there is large number of holes; in males, the lattice opening resembles a cello in shape, and the pituitary gland resembles an oval; the occipito-sphenoid fusion in male rabbits is convex, and the occipital crest has a thickening. Thanks to the use of several breeds of rabbits in the experiment, it can be proved that these patterns relate to sex, and not to breed. The results of the study can be used to determine the sex of an animal by the skull or its fragments, which is important for forensic veterinary examination when using a craniological method for determining the sex of various animal species.

Key words: rabbits of the Californian breed, rabbits of the Soviet chinchilla breed, skull, sex determination, craniometry, anatomy, males and females, forensic veterinary examination.

For citation: Kopychekchi M.E., Yarosh Ya.E., Ziruk I.V., Egunova A.V. Establishment of the gender of rabbits by craniometric and morphological features of the skull. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-55-58> (In Russian).

© Копчекчи М.Е., Ярош Я.Е., Зирук И.В., Егунова А.В.

Введение/Introduction

Половой диморфизм у кроликов является плохо выраженным, что создает ряд затруднений при определении пола животного. Установить половую принадлежность можно не только по первичным, но и по вторичным признакам. Однако если обращать внимание только на вторичные признаки, можно допустить ошибку в определении. Исходя из данных признаков, тело у самцов округлое и более крепкое, голова отличается крупными размерами. У крольчих пропорции тела плавные и аккуратные. На животе расположены два ряда сосков. Хвост может вырастать больше, чем у самцов. Перечисленные признаки не являются устойчивыми, они могут иметь индивидуальный характер или зависеть от породы [1–9].

Проведенное исследование расширяет горизонты ветеринарной медицины, помогая установить пол кроликов по анатомическим особенностям черепа животного.

Цель исследования — определить половую принадлежность кроликов по краниометрическим и морфологическим особенностям черепа.

Материал и методы/Materials and methods

В исследовании были использованы 4 черепа ($n = 4$) кроликов породы Калифорнийская (*Oryctolagus cuniculus*) (2 самца и 2 самки) и 4 черепа ($n = 4$) породы Советская шиншилла (*Oryctolagus Chinchilla*) (2 самца и 2 самки соответственно). Материал (черепа кроликов) предварительно подвергался обработке и вывариванию, затем — обезжириванию и отбеливанию. Для проведения работы были задействованы сравнительные и морфометрические методы [1, 2]. Использовали штанговый циркуль, миллиметровую ленту и измерительную металлическую линейку. Точность измерения составила 0,01 мм. Исследование проводилось на базе кафедры «Морфология, патология животных и биология» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Начальным этапом исследования было создание 8 костных препаратов. Предварительно весь материал ошкуривали, удаляли мышцы при помощи скальпелей, ножниц и других инструментов, а затем — вываривали в воде с добавлением двууглекислой соды (для лучшего отхождения мышц и получения более светлого цвета кости). После данной процедуры проводилась повторная очистка скелета от оставшихся мышечных тканей и удаление головного мозга. Далее черепа обезжиривали в бензине. Стоит отметить, что в некоторых случаях допустимо пропускать обезжиривание скелета кроликов по причине невысокого содержания жира в крольчатине и, соответственно, его отложения на самом скелете. Следующим этапом являлось отбеливание полученных черепов в 3%-ном растворе перекиси водорода. Последней частью проведенной работы по изготовлению черепов считалась их сборка, укрепление с помощью клея и покрытие лаком для более длительного хранения полученных костных препаратов [10, 11].

Результаты/Results and discussion

В ходе исследования удалось выделить некоторые особенности в строении черепов самок и самцов. Благодаря использованию в эксперименте нескольких пород кроликов можно доказать, что эти закономерности относятся к половым, а не к породным.

К особенностям строения нижней челюсти следует отнести следующее:

- мышечковые отростки (*processus condylaris*) у самок загнуты каудо-медиально, при этом у самцов они направлены строго каудально;

- угол нижней челюсти (*angulus mandibulae*) у самцов массивнее, толще, загнут дорсомедиально и латерально, из-за чего жевательная ямка у них более выражена.

Верхняя челюсть также имеет ряд особенностей, с помощью которых можно легко установить половую принадлежность животного:

- передний и задний надглазничные отростки, более отсеченные от лобной кости у самцов. Они крупнее, а передний надглазничный отросток шире и является наиболее разветвленным;

- скуловые дуги (*arcus zygomaticus*) у самцов более углощенные, а скуловой отросток скуловой кости имеет у самок тонкую вытянутую форму, у самцов же — широкую овальную, чуть сплюснутую дорсовентрально;

- горизонтальная пластинка небной кости у крольчих имеет не только большие небные отверстия (*foramen palatinum majus*), но и несколько пар малых отверстий, чего не наблюдается у представителей противоположного пола;

- решетчатое отверстие (*foramen ethmoidale*) и гипофизарное (*pituitary foramen*) у самок круглые, у самцов решетчатое по форме напоминает виолончель, а гипофизарное — овал;

- затылочно-клиновидное сращение у самцов кроликов массивнее и имеет более разросшиеся отростки. Кроме того, данное сращение у них же является более выпуклым в вентральном направлении, у противоположного пола оно плоское;

- затылочные мышечки (*condylus occipitalis*) крольчих более округлые. Затылочный гребень (*crista occipitalis*) у них более истонченный, тогда как у самцов он имеет утолщение;

- вентральный край большого затылочного отверстия у самок имеет треугольное утолщение, а у самцов — округлую форму.

Последним этапом исследования стал поиск 23 краниометрических точек на черепах кроликов, идентичных точкам на черепе человека, которые используются в судебной практике: 1. Астерион. 2. Аурикуляре. 3. Базион. 4. Брегма. 5. Вертекс. 6. Глабелла. 7. Гнатион. 8. Гонион. 9. Зигион. 10. Зигомаксилляре. 11. Инфрадентале. 12. Лямбда. 13. Максиллофронтале. 14. Назион. 15. Назоспинале. 16. Обелион. 17. Опистион. 18. Опистокранион. 19. Простион. 20. Фронтотемпорале. 21. Фронтотемпорале. 22. Эктоконхион. 23. Эурион.

Данные точки послужили ориентиром для измерения 25 основных параметров черепа, по которым определялся пол у животных. Результаты были занесены в сводную таблицу диагностических показателей черепов (табл. 1).

На основании проделанного исследования можно выделить ряд краниологических особенностей, характерных для самцов кроликов и крольчих:

1. Угол нижней челюсти у самцов толще и массивнее, имеет более выраженную жевательную ямку.

2. Надглазничные отростки самцов кроликов более разветвленные и широкие.

3. Скуловой отросток скуловой кости имеет у самок тонкую вытянутую форму, у самцов — широкую овальную.

4. На горизонтальной пластинке небной кости крольчихи имеют большое количество отверстий.

Таблица 1. Показатели диагностических размеров черепов при установлении половой принадлежности кроликов (мм) (n = 4)
Table 1. Indicators of the diagnostic dimensions of the skulls when determining the sex of rabbits (mm) (n = 4)

№ п/п	Краниометрические точки	Самцы	Самки
1	Продольный диаметр	68,05±3,02	62,08±3,00*
2	Поперечный диаметр	50,03±2,08	45,03±2,11
3	Высотный диаметр	34,09±3,11*	28,04±3,02
4	Длина основания черепа	39,00±2,02	35,02±2,01*
5	Наименьшая ширина лобной кости	13,05±1,07	13,08±1,00
6	Ширина основания черепа	30,09±1,02	27,07±1,05
7	Ширина затылочной кости	36,05±1,01	38,01±1,09
8	Сосцевидная ширина	34,06±2,00	30,01±2,08
9	Окружность черепа	170,08±3,05*	188,03±3,08*
10	Сагиттальная хорда	50,12±1,02	50,09±1,00
11	Лобная хорда	19,08±2,09*	15,07±2,05
12	Теменная хорда	30,00±1,05	30,01±1,02
13	Длина большого затылочного отверстия	10,05±1,06	11,01±1,02
14	Ширина большого затылочного отверстия	12,08±1,00	11,12±1,06
15	Скуловой диаметр	41,09±1,06	42,10±1,03
16	Длина основания лицевого отдела черепа	78,11±2,02	74,08±2,00
17	Верхняя высота лицевого отдела черепа	50,01±2,01	45,11±2,08*
18	Полная высота лицевого отдела черепа	53,05±1,01	53,08±1,08
19	Верхняя ширина лицевого отдела черепа	26,02±1,08	25,11±1,09
20	Средняя ширина лицевого отдела черепа	38,08±1,02	38,12±1,08
21	Высота носа	15,00±1,15	17,02±1,11
22	Ширина орбиты (левой)	28,08±1,12	29,01±1,02
23	Мыщелковая ширина	45,08±2,02	37,07±2,00*
24	Бигониальная ширина	53,05±2,08	49,18±2,02
25	Высота тела нижней челюсти	2,31±0,30	1,60±0,30

Примечание: * — $p \leq 0,5$

5. У самцов решетчатое отверстие по форме напоминает виолончель, а гипофизарное — овал.

6. Затылочно-клиновидное сращение у самцов кроликов выпуклое, а затылочный гребень имеет утолщение.

7. По результатам краниометрических исследований, приведенных в таблице 1, можно заключить, что продольный и поперечный диаметры, верхняя высота лицевого отдела черепа, мыщелковая и бигониальная ширина, а также некоторые другие индексы у самцов увеличены, а окружность черепа, высота носа и ширина левой орбиты, наоборот, имеют завышенные показатели у крольчих. Стоит отметить, что некоторые показате-

ли остаются равными для обоих полов— такие как полная высота лицевого отдела черепа.

Выводы/Conclusion

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о наличии краниометрических и морфологических особенностей черепов самцов и самок кроликов двух пород — Калифорнийская и Советская шиншилла. Данные, полученные в данном исследовании, могут быть использованы для установления пола животного по черепу или его фрагментам, что важно и для судебно-ветеринарной экспертизы и для других направлений ветеринарной медицины.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Холамов А.И. Установление половой принадлежности черепа человека по основным краниометрическим параметрам / А.И. Холамов // Медицина: вызовы сегодняшнего дня: материалы I Международ. науч. конф. Челябинск: Два комсомольца. 2012. С. 94-99.
2. Соловьев К.В. Сравнение результативности отечественных методов определения пола по черепу взрослого человека / К.В. Соловьев, А.Е. Магдич, М.П. Кириллова // Известия Российской военно-медицинской академии. - 2021. - Т. 40. - № S1-3. - С. 304-308.
3. Былинская Д.С. / Лицевой череп бобра речного (Castor fiber) / Д.С. Былинская, М.В. Шипакин, А.В. Прусаков, С.В. Вирунен, С.А. Куга // Иппология и ветеринария. — 2015. — № 3 (17). — С. 30-34.
4. Былинская Д.С. Анатомия верхнечелюстной кости рыси евразийской / Д.С. Былинская, М.В. Шипакин, Н.В. Зеленецкий, Д.В. Васильев // Аграрное образование и наука — в развитии животноводства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах. — Ижевск. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2020. — С. 260-262.
5. Вирунен С.В. Морфологические особенности строения черепа выдры речной (Lutra lutra) / С.В. Вирунен, М.В. Шипакин, Н.В. Зеленецкий, Д.С. Былинская, А.В. Прусаков, Д.В. Васильев // Иппология и ветеринария. — 2017. — № 2 (24). — С. 30-33.
6. Зирук И.В. Видовые особенности морфологии скелета шиншиллы и крысы / И.В. Зирук, А.В. Егунова, М.Е. Копчекчи, Я.Е. Ярош // В сборнике: Сборник научных трудов 11-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Purina Partners. - 2021. - С. 485-489.
7. Попеско П. Атлас анатомии домашних животных. Том 1. Голова и шея. / П. Попеско // Издательство "Природа". 1974. Репринт (перепечатка) Издательство "ЕЕ Медиа". — 2012. - Т. 1. - С. 188.
8. Ноздрачев А.Д. Анатомия кролика / А.Д. Ноздрачев, Е.Л. Поляков, А.Н. Федин // Издательство СПбГУ. — 2009. - С. 356.
9. Петросян Э.В. Изучение морфологии костей черепа зайца и кролика, их сравнение / Э.В. Петросян, В.В. Салаутин, М.Е. Копчекчи, И.В. Зирук // В сборнике: Молодежная наука — развитие агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - 2020. - С. 453-457.
10. Прусаков А.В. Способ изготовления анатомических копий костей методом отливки в силиконовой форме / Прусаков А.В., Зеленецкий Н.В., Шипакин М.В., Шавров С.С., Бартенева Ю.Ю., Былинская Д.С., Васильев Д.В., Хватов В.А., Стратонов А.С. // Патент на изобретение RU 2716677 C1, 13.03.2020. Заявка №2018142728 от 03.12.2018.
11. Гасанов А.Б. Гендерные различия в соотношениях некоторых краниометрических признаков / А.Б. Гасанов, А.Ш. Ибрагимов, З.М. Керимов, И.Н. Чаиркин, Н.Л. Шепетовская, Е.В. Кондюрова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2020. - № 2 (54). - С. 51-61.

ОБ АВТОРАХ:

- Марина Егоровна Копчекчи**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии, патологии животных и биологии Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 1. Театральная площадь, Саратов, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-0529-5886>
- Яна Евгеньевна Ярош**, студент 3 курса факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 1. Театральная площадь, Саратов, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-5947-5401>
- Ирина Владимировна Зирук**, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры морфологии, патологии животных и биологии Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 1. Театральная площадь, Саратов, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0001-7300-3956> E-mail: iziruk@yandex.ru
- Алла Владимировна Егунова**, кандидат биологических наук, доцент кафедры болезни животных и ветеринарно-санитарной экспертизы Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 1. Театральная площадь, Саратов, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-6324-0867>

REFERENCES

1. Kholamov A.I. Establishing the sex of the human skull according to the main craniometric parameters / A.I. Kholamov // Medicine: challenges of today: materials of the I International Scientific Conference — Chelyabinsk: Two Komsomol members. 2012. PP. 94-99. (in Russian).
2. Solovyov K.V. Comparison of the effectiveness of domestic methods for determining sex by the skull of an adult / K.V. Solovyov, A.E. Magdich, M.P. Kirillova // Proceedings of the Russian Military Medical Academy. 2021. Vol. 40. No. S1-3. pp. 304-308. (in Russian).
3. Bylinskaya D.S. / The facial skull of a river beaver (Castor fiber) / D.S. Bylinskaya, M.V. Shchipakin, A.V. Prutsakov, S.V. Virunen, S.A. Kuga // Hippology and veterinary medicine. — 2015. — No. 3 (17). — pp. 30-34. (in Russian).
4. Bylinskaya D.S. Anatomy of the maxillary bone of the Eurasian lynx / D.S. Bylinskaya, M.V. Shchipakin, N.V. Zelenevsky, D.V. Vasiliev // Agrarian education and science — in the development of animal husbandry. Materials of the International scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Honorary Worker of the Higher Educational Institution of the Russian Federation, laureate of the State Prize of UR, Rector of the Izhevsk State Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Alexander Ivanovich Lyubimov. In 2 volumes. — Izhevsk. Izhevsk State Agricultural Academy. 2020. — pp. 260-262. (in Russian).
5. Virunen S.V. Morphological features of the structure of the skull of the river otter (Lutra lutra) / S.V. Virunen, M.V. Shchipakin, N.V. Zelenevsky, D.S. Bylinskaya, A.V. Prusakov, D.V. Vasiliev // Hippology and veterinary medicine. — 2017. — № 2 (24). — Pp. 30-33. (in Russian).
6. Ziruk I.V. Specific features of the morphology of the skeleton of chinchilla and rat / I.V. Ziruk, A.V. Egunova, M.E. Kopchekchi, Ya.E. Yarosh // In the collection: Collection of scientific papers of the 11th International Interuniversity Conference on Clinical Veterinary Medicine in the format Purina Partners. 2021. pp. 485-489. (in Russian).
7. Popesco P. Atlas of Pet Anatomy. Volume 1. Head and neck. / P. Popesco // Publishing house "Nature". 1974. Reprint (reprint) HER Media Publishing House. 2012. Vol. 1. p. 188. (in Russian).
8. Nozdrachev A.D. Anatomy of a rabbit / A.D. Nozdrachev, E.L. Polyakov, A.N. Fedin // Publishing House of St. Petersburg State University. 2009. p. 356. (in Russian).
9. Petrosyan E.V. Studying the morphology of hare and rabbit skull bones, their comparison / E.V. Petrosyan, V.V. Salautin, M.E. Kopchekchi, I.V. Ziruk // In the collection: Youth science — the development of the agro-industrial complex. Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists. 2020. pp. 453-457. (in Russian).
10. Prusakov A.V. A method of making anatomical copies of bones by casting in a silicone mold / Prusakov A.V., Zelenevsky N.V., Shchipakin M.V., Shavrov S.S., Barteneva Yu.Yu., Bylinskaya D.S., Vasiliev D.V., Khatov V.A., Stratonov A.S. // Patent for invention RU 2716677 C1, 03/13/2020. Application No. 2018142728 dated 12/03/2018. (in Russian).
11. Hasanov A.B. Gender differences in the ratios of some craniometric signs / A.B. Hasanov, A.Sh. Ibragimov, Z.M. Kerimov, I.N. Chairkin, N.L. Shepetovskaya, E.V. Kondyurova // News of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences. 2020. No. 2 (54). pp. 51-61. (in Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

- Marina Egorovna Kopchekchi**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology Animal Pathology and Biology, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 1. Theater Square, Saratov, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-0529-5886>
- Yana Evgenievna Yarosh**, 3 year student of the Faculty of Veterinary Medicine, Food and Biotechnology Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 1. Theater Square, Saratov, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-5947-5401>
- Irina Vladimirovna Ziruk**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 1. Theater Square, Saratov, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0001-7300-3956> E-mail: iziruk@yandex.ru
- Alla Vladimirovna Egunova**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Disease and Veterinary and Sanitary Expertise Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 1. Theater Square, Saratov, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-6324-0867>



Ю. А. Ватников¹, ✉
П. А. Руденко^{1,2},
Е. В. Куликов¹,
В. И. Семенова¹,
М. И. Шопинская¹,
Н. С. Бугров¹

¹ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

² Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Российская Федерация

✉ vatnikov-yua@rudn.ru

Поступила в редакцию:
23.05.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
12.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-59-65

Yury A. Vatnikov¹, ✉
Pavel A. Rudenko^{1,2},
Eugeny V. Kulikov¹,
Valentina I. Semenova¹,
Marina I. Shopinskaya¹,
Nikolay S. Bugrov¹

¹ Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Scryabin, Moscow, Russian Federation

✉ vatnikov-yua@rudn.ru

Received by the editorial office:
23.05.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
12.08.2022

Иммунологический контроль эффективности коррекции субкомпенсированного дисбактериоза кишечника у кошек

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Дисбактериоз кишечника необходимо рассматривать как клиничко-лабораторный синдром, возникающий при ряде заболеваний и клинических ситуаций, характеризующийся, помимо изменений в качественном и количественном составе микробиоты, метаболическими и иммунными нарушениями, который может при неблагоприятном его течении сопровождаться тяжелыми клиническими проявлениями. Поэтому выбор наиболее оптимальной терапевтической схемы, а также проведение иммунологической оценки ее эффективности при коррекции субкомпенсированной степени дисбактериоза кишечника у кошек является актуальным направлением научных исследований в ветеринарной гастроэнтерологии.

Методы. Дана оценка эффективности фармакотерапии кошек с субкомпенсированным дисбактериозом кишечника ($n = 16$). Диагноз при подозрении на дисбактериоз кишечника ставили комплексно с учетом данных анамнеза, клинического осмотра, а также микробиологических исследований. Оценку степени тяжести дисбактериоза кишечника (1-я степень — компенсированная; 2-я степень — субкомпенсированная; 3-я степень — декомпенсированная) осуществляли на основании проведенных клинико-лабораторных исследований. Кошки с субкомпенсированным кишечным дисбактериозом (2-я степень тяжести) были рандомизировано разделены на три опытные группы: B_1 ($n = 5$); B_2 ($n = 5$) и B_3 ($n = 6$). Показана динамика отдельных иммунологических показателей крови кошек (показатели клеточного и гуморального звеньев, провоспалительные цитокины) при дисбактериозе 2-й степени тяжести в процессе их терапии (до коррекции, на 7-е и 14-е сутки).

Результаты. При субкомпенсированном дисбактериозе кишечника назначение пробиотика «Лактобифадол» в комплексе с пребиотиком «Ветелакт» и иммуномодулятором «Азоксивет» показывает наибольший терапевтический эффект, приводящий к общему клиническому улучшению уже через 5,50 суток. При этом нормализация аппетита, неприятного запаха из ротовой полости и характера фекальных масс наступала у кошек группы B_3 на 3,1; 1,47 и 1,24 суток соответственно раньше, чем у животных, которым применяли лишь «Лактобифадол».

Ключевые слова: кошки, классификация, дисбактериоз кишечника, коррекция, пробиотики, иммунитет

Для цитирования: Ватников Ю.А., Руденко П.А., Куликов Е.В., Семенова В.И., Шопинская М.И., Бугров Н.С. Иммунологический контроль эффективности коррекции субкомпенсированного дисбактериоза кишечника у кошек. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-59-65>

© Ватников Ю.А., Руденко П.А., Куликов Е.В., Семенова В.И., Шопинская М.И., Бугров Н.С.

Immunological control of the effectiveness of correction of subcompensated intestinal dysbacteriosis in cats

ABSTRACT

Relevance. Intestinal dysbacteriosis should be considered as a clinical and laboratory syndrome that occurs in a number of diseases and clinical situations, characterized in addition to changes in the qualitative and quantitative composition of the microbiota, metabolic and immune disorders, what can be accompanied by severe clinical manifestations in its unfavorable course. Therefore, the choice of the most optimal therapeutic regimen, as well as the immunological evaluation of its effectiveness in correcting the subcompensated degree of intestinal dysbacteriosis in cats is an important area of scientific research in veterinary gastroenterology.

Methods. The efficacy of pharmacotherapy in cats with subcompensated intestinal dysbacteriosis ($n = 16$) was evaluated. The diagnosis of suspected intestinal dysbacteriosis was made in a complex manner, taking into account the data of the anamnesis, clinical examination and microbiological studies. The severity of intestinal dysbacteriosis (grade 1 — compensated; grade 2 — subcompensated; grade 3 — decompensated) was assessed on the basis of clinical and laboratory studies. Cats with subcompensated intestinal dysbacteriosis (grade 2) were randomly divided into three experimental groups: B_1 ($n = 5$); B_2 ($n = 5$) and B_3 ($n = 6$). The dynamics of individual immunological parameters of the blood of cats (indicators of cellular and humoral links, pro-inflammatory cytokines) with dysbacteriosis of the 2nd degree of severity during their therapy (before correction, on days 7 and 14) is shown.

Results. With subcompensated intestinal dysbacteriosis, the administration of the probiotic «Lactobifadol» in combination with the prebiotic «Vetelact» and the immunomodulator «Azoxsivet» shows the greatest therapeutic effect, which leads to an overall clinical improvement within 5.50 days. At the same time, the normalization of appetite, unpleasant odor from the oral cavity and the nature of fecal matter occurs in cats of group B_3 by 3.1; 1.47 and 1.24 days respectively earlier, when in animals that received only «Lactobifadol».

Key words: cats, classification, intestinal dysbiosis, correction, probiotics, immunity

For citation: Vatnikov Yu.A., Rudenko P.A., Kulikov E.V., Semenova V.I., Shopinskaya M.I., Bugrov N.S. Immunological control of the effectiveness of correction of subcompensated intestinal dysbacteriosis in cats. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-59-65> (In Russian).

© Vatnikov Yu.A., Rudenko P.A., Kulikov E.V., Semenova V.I., Shopinskaya M.I., Bugrov N.S.

Введение/Introduction

Проблема дисбактериозов существовала много веков, задолго до введения в 1916 г. немецким ученым А. Ниссле самого термина «дисбактериоз». Эта проблема стала более уязвимой в результате всевозможных достижений урбанизации и повышения качества жизни как населения, так и их питомцев [1–4]. Дисбактериоз кишечника необходимо рассматривать как клинко-лабораторный синдром, возникающий при ряде заболеваний и клинических ситуаций, характеризующийся, помимо изменений в качественном и количественном составе микробиоты, метаболическими и иммунными нарушениями, который может при неблагоприятном его течении сопровождаться тяжелыми клиническими проявлениями [5–8]. При возникновении дисбактериоза кишечника в первую очередь страдает иммунокомпетентная система и, как следствие, возникают различные иммунодефицитные состояния [9–11]. В результате этого не только активизируется условно-патогенная микрофлора, но даже и у сапрофитной микробиоты могут возникать факторы патогенности. Такая ситуация создает широкие возможности для формирования различных сочетаний микрофлоры в биотопах организма, приводящих к возникновению сложнокомпонентных и зачастую недоброкачественных микробиоценозов [12, 13].

Коррекция дисбиозов кишечника у животных до настоящего времени остается одной из наиболее сложных и актуальных проблем в ветеринарной практике [14–16]. Поэтому выбор наиболее оптимальной терапевтической схемы, а также проведение иммунологической оценки ее эффективности при коррекции субкомпенсированной степени дисбактериоза кишечника у кошек, на наш взгляд, является актуальным направлением научных исследований в ветеринарной гастроэнтерологии.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводились на базе департамента ветеринарной медицины Российского университета дружбы народов на протяжении 2018–2022 гг. Клиническая часть работы выполнена на базе частных клиник ветеринарной медицины: «Аветтура» (г. Москва, ул. Кантемировская, 16к1), «Эпиона» (г. Москва, Ореховый пр-д, д. 39, к. 2, стр. 3), «В мире с животными» (Московская область, г. Серпухов, ул. Ворошилова, д. 32). Осмотр кошек и отбор биоматериала для исследований проводили в соответствии с Международными биоэтическими нормами, положениями IV Европейской Конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (ETS 123, 1986), а также законодательными документами РФ по проведению экспериментов на животных.

Диагноз при подозрении на дисбактериоз кишечника ставили комплексно с учетом данных анамнеза, клинического осмотра, а также микробиологических исследований. Оценку степени тяжести дисбактериоза кишечника (1-я степень — компенсированная; 2-я степень — субкомпенсированная; 3-я степень — декомпенсированная) осуществляли на основании проведенных клинко-лабораторных исследований. Дисбактериоз кишечника первой (компенсированной) степени у кошек: уровень сознания в пределах нормы; в большинстве случаев сопровождается запорами, часто — появлением неприятного

запаха из ротовой полости, в редких случаях — снижением аппетита и сухостью внешних покровов, отсутствуют признаки дегидратации, температура тела в пределах нормы. Дисбактериоз кишечника второй (субкомпенсированной) степени у кошек: уровень сознания — незначительное угнетение; наблюдается неприятный запах из ротовой полости, часто проявляется сухость кожи и слизистых оболочек, а также гипорексия. Сопровождается запорами и поносами, в редких случаях — чередованием запора и поноса. Дегидратация в пределах 5%, возможно незначительное повышение температуры тела. Дисбактериоз кишечника третьей (декомпенсированной) степени у кошек: уровень сознания угнетенный; обязательно наличие анорексии, неприятного запаха из ротовой полости, сухость кожи и слизистых оболочек, также возможно проявление кожного зуда. В большинстве случаев сопровождается чередованием запора и поноса, в некоторых случаях — поносом. Дегидратация в пределах 10%, возможно повышение температуры тела либо гипотермия. На основании проведенных клинко-лабораторных исследований в группу животных с субкомпенсированным дисбиозом кишечника было отобрано 16 кошек.

Критерии включения: клинически здоровые животные, а также кошки с дисбактериозом кишечника различной степени тяжести.

Критерии исключения: плохая комплаентность владельцев кошек (не соблюдение рекомендаций врачей по терапии и кормлению животных).

Контролем служили клинически здоровые особи ($n = 6$) в возрасте от 2 до 6 лет, смешанного пола, которых обследовали с согласия их владельцев перед плановой вакцинацией. Контрольных кошек кормили коммерческим сухим сбалансированным кормом для взрослых животных «Purina Pro Plan» три раза в день.

Общее количество Т-лимфоцитов определяли методом спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана. Иммунорегуляторный индекс (ИРИ) рассчитывали по соотношению Т-хелперы / Т-супрессоры. Число 0-клеток подсчитывали методом комплементарного розеткообразования по разнице суммы количества Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов и общего количества лимфоцитов. Общий уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) и их фракционный состав определяли по молекулярной массе. Содержание интерлейкинов IL-1 α , IL-6 и IL-8 определяли с помощью твердофазного ИФА-метода двойных антител с использованием наборов моноклональных антител и реактивов ООО «Цитокин» (г. Санкт-Петербург, Россия).

Схема лечения кошек с дисбактериозом 2-й степени тяжести ($n = 16$) приведена в таблице 1. Кошки с субкомпенсированным кишечным дисбактериозом (2-я степень тяжести) были рандомизировано разделены на три опытные группы: В₁ ($n = 5$); В₂ ($n = 5$) и В₃ ($n = 6$).

Животным всех опытных групп назначали пробиотик «Лактобифадол» (ООО «Биотехнологическая фирма «Компонент»») в дозе 0,2–0,4 г/кг массы животного

Таблица 1. Схема лечения кошек с дисбактериозом 2-й степени ($n = 16$)
Table 1. Treatment regimen for cats with grade 2 dysbacteriosis ($n = 16$)

Группы животных	Схемы лечения
1-я опытная группа (В ₁), $n = 5$	«Лактобифадол»
2-я опытная группа (В ₂), $n = 5$	«Лактобифадол» + «Ветелакт»
3-я опытная группа (В ₃), $n = 6$	«Лактобифадол» + «Ветелакт» + «Азоксивет»

один раз в сутки в течении 10 дней. Пробиотик содержит в одном грамме препарата не менее $1,0 \times 10^6$ КОЕ живых клеток молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* ЛГ1-ДЕП-ВГИКИ и $8,0 \times 10^7$ КОЕ живых клеток бифидобактерий *Bifidobacterium adolescentis* В-1-ДЕП-ВГНКИ. Животным второй опытной группы также применяли пребиотик «Ветелакт» для нормализации микрофлоры кишечника и оптимизации процессов пищеварения (ООО «НВЦ Агроветзащита С-П»), который назначали внутрь из расчета 0,1 мл на 1 кг массы животного ежедневно в течение 14 дней. В состав пребиотика «Ветелакт» в качестве действующего вещества входит лактулоза — не менее 50%. Кошкам третьей опытной группы, помимо «Ветелакта», был назначен иммуномодулятор «Азоксивет» (ООО «НВЦ Агроветзащита С-П»), который применяли подкожно 1 раз в сутки на протяжении 7 дней, в дозе 0,3 мг/кг.

При проведении статистических расчетов предварительно оценивали нормальность распределения с помощью тестов Шапиро-Уилка. Разницу показателей в динамике лечения оценивали с помощью t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Все расчеты выполняли на персональном компьютере с помощью статистической программы STATISTICA 7.0 (StatSoft, USA). Рассчитывали среднюю арифметическую (Mean), среднеквадратическую ошибку (SE), стандартное отклонение (SD). Достоверность разницы между показателями опытных групп рассчитывали по методу Манна — Уитни (* — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$).

Результаты и обсуждение/Results and discussion

На современном этапе остро стоит проблема коррекции дисбактериоза как у человека, так и у животных. Терапия больных дисбактериозом представляет сложную задачу. Для коррекции и профилактики дисбиоза кишечника необходимо прежде всего отменить применяемые антибиотики и назначить десенсибилизирующие препараты [17]. Целью коррекционных мероприятий является скорейшее восстановление и стабилизация микробиологического равновесия микробиота кишечника [18–20]. Итак, кошки с кишечным дисбактериозом второй степени были рандомизировано разделены на три опытные группы: В₁ ($n = 5$); В₂ ($n = 5$) и В₃ ($n = 6$). Животным всех групп назначали пробиотик «Лактобифадол». Животным второй опытной группы также применяли кормовую добавку «Ветелакт» для нормализации микрофлоры кишечника и оптимизации процессов пищеварения. Кошкам третьей группы помимо «Ветелакта» был назначен иммуномодулятор «Азоксивет». Эффективность фармакотерапии дисбактериоза кишечника приведена в таблице 2.

В таблице показано, что все три схемы терапии являются эффективными, о чем свидетельствует общее улучшение состояния животных опытных групп В₁, В₂ и В₃ через $8,20 \pm 0,37$ суток, $7,60 \pm 0,24$ суток и $5,50 \pm 0,22$ суток соответственно.

Представленные данные говорят о том, что наиболее эффективной схемой фармакотерапии субкомпенсированного дисбактериоза кишечника у кошек является В₃. Так, у животных, которых лечили по данной схеме, наступала нормализация аппетита на 3,1 суток ($p < 0,001$), нормализация неприятного запаха из ротовой полости на 1,47 суток (p

$< 0,01$), нормализация фекалий на 1,24 суток ($p < 0,01$), а также общее клиническое улучшение на 2,7 суток ($p < 0,001$) раньше, чем у кошек первой опытной группы.

Динамика показателей клеточного звена иммунитета у кошек при дисбактериозе второй степени в процессе терапии приведена в таблице 3.

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что при терапии животных с дисбактериозом кишечника схемой В₁ достоверные отличия регистрировали лишь на 14-е сутки исследования: снижение 0-клеток в 1,09 раза ($p < 0,01$), увеличение количества лимфоцитов в 1,23 раза ($p < 0,05$), Т-общих лимфоцитов — в 1,21 раза ($p < 0,01$), которое наблюдали за счет увеличения Т-хелперов в 1,41 раза ($p < 0,001$). Следствием увеличения Т-хелперов послужило достоверное увеличение показателя ИРИ в 1,66 раза ($p < 0,01$), с $1,92 \pm 0,22$ до $3,19 \pm 0,25$ усл. ед., по сравнению с показателями опытных животных до коррекции.

При фармакотерапии кошек наиболее эффективной схемой В₃ у опытных животных наблюдали достоверные позитивные изменения уже на 7-е сутки наблюдения. Так, у животных регистрировали достоверное увеличение уровня лимфоцитов в 1,20 раза ($p < 0,05$), с $20,83 \pm 0,98$ до $25,00 \pm 1,06\%$; Т-общих лимфоцитов — в 1,30 раза ($p < 0,001$), с $24,33 \pm 1,02$ до $31,83 \pm 0,94\%$, которое происходило за счет увеличения субпопуляции Т-хелперов в 1,34 раза ($p < 0,001$), с $16,33 \pm 0,49$ до $22,00 \pm 0,57\%$, по сравнению с исходными данными. Позитивную динамику наблюдали у животных, которым применяли схему В₃, и на 14-е сутки: увеличение уровня лимфоцитов в 1,24 раза ($p < 0,01$), Т-общих клеток — в 1,37 раза ($p < 0,001$), которое возникало за счет увеличения субпопуляции Т-хелперов в 1,43 раза ($p < 0,001$), по сравнению с показателями у кошек до коррекции.

Динамика показателей гуморального звена иммунитета у кошек при дисбактериозе второй степени в процессе терапии представлена в таблице 4.

Представленные данные говорят о том, что наиболее позитивная динамика просматривается при анализе показателей гуморального звена иммунитета опытных животных, которым применяли схему В₃. Так, у кошек при фармакотерапией по схеме В₃ наблюдали достоверные позитивные изменения уже на 7-е сутки: снижение В-общих клеток в 1,22 раза ($p < 0,05$), с $20,16 \pm 1,24$ до $16,50 \pm 0,50\%$; снижение общих циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в 2,07 раза ($p < 0,001$), с $28,66 \pm 1,72$ до $13,83 \pm 0,87$ ед., которое возникало за счет уменьшения наиболее патогенной низкомолекулярной фракции в 2,61 раза ($p < 0,001$).

При анализе результатов применения схемы В₃ животным с дисбактериозом на 14-е сутки терапии видна дальнейшая позитивная динамика: снижение В-общих лимфоцитов в 1,45 раза ($p < 0,01$), уменьшение общих ЦИК в 2,68 раза ($p < 0,001$), которое происходило за счет

Таблица 2. Эффективность коррекции дисбактериоза кишечника 2-й степени тяжести у кошек

Table 2. The effectiveness of the correction of intestinal dysbacteriosis of the 2nd degree of severity in cats

Клиническая характеристика	1-я опытная группа (В ₁), $n = 5$	2-я опытная группа (В ₂), $n = 5$	3-я опытная группа (В ₃), $n = 6$
Нормализация аппетита, сут.	$7,60 \pm 0,40$	$7,00 \pm 0,31$	$4,50 \pm 0,22^{***}$
Нормализация запаха из рот. полости, сут.	$4,80 \pm 0,37$	$4,40 \pm 0,24$	$3,33 \pm 0,21^{**}$
Нормализация фекалий, сут.	$4,40 \pm 0,24$	$4,20 \pm 0,20$	$3,16 \pm 0,16^{**}$
Общее клиническое улучшение, сут.	$8,20 \pm 0,37$	$7,60 \pm 0,24$	$5,50 \pm 0,22^{***}$

Таблица 3. Динамика показателей клеточного звена иммунитета у кошек при дисбактериозе 2-й степени в процессе их терапии
 Table 3. Dynamics of indicators of the cellular link of immunity in cats with degree 2 dysbacteriosis during their therapy

Показатели		Здоровые кошки (n = 6)	Схема	n	До коррекции	В процессе терапии	
						7-е сутки	14-е сутки
Лимфоциты	%	26,66±1,35	V ₁	5	19,20±1,24	21,40±1,24	23,80±1,01*
			V ₂	5	20,00±1,22	23,40±1,07	26,20±0,80**
			V ₃	6	20,83±0,98	25,00±1,06*	26,00±0,73**
	г/л	2,23±0,20	V ₁	5	2,33±0,20	2,47±0,22	2,36±0,17
			V ₂	5	2,73±0,28	0,94±0,28	0,45±0,15
			V ₃	6	2,65±0,25	2,19±0,18	2,19±0,13
Т-общие	%	33,83±0,79	V ₁	5	25,80±1,01	28,80±1,24	31,40±1,16**
			V ₂	5	28,20±1,59	31,40±1,69	33,20±1,24*
			V ₃	6	24,33±1,02	31,83±0,94***	33,50±0,99***
	г/л	0,75±0,07	V ₁	5	0,59±0,05	0,70±0,05	0,73±0,04
			V ₂	5	0,77±0,11	0,93±0,12	0,81±0,06
			V ₃	6	0,63±0,06	0,69±0,06	0,73±0,04
Т-хелперы	%	24,00±0,51	V ₁	5	16,80±1,06	20,00±1,30	23,80±0,80***
			V ₂	5	19,00±1,30	21,40±1,28	24,40±1,20*
			V ₃	6	16,33±0,49	22,00±0,57***	23,50±0,42***
	г/л	0,53±0,10	V ₁	5	0,38±0,02	0,48±0,02*	0,55±0,03**
			V ₂	5	0,52±0,07	0,63±0,07	0,59±0,04
			V ₃	6	0,42±0,03	0,48±0,04	0,51±0,03
Т-супрессоры	%	9,83±2,22	V ₁	5	9,00±0,70	8,80±0,80	7,60±0,60
			V ₂	5	9,20±0,73	10,00±0,83	8,80±0,37
			V ₃	6	8,00±0,77	9,83±1,07	10,00±1,12
	г/л	0,22±0,08	V ₁	5	0,20±0,03	0,21±0,03	0,17±0,01
			V ₂	5	0,25±0,03	0,29±0,04	0,21±0,01
			V ₃	6	0,20±0,02	0,21±0,02	0,21±0,02
ИРИ		2,54±0,56	V ₁	5	1,92±0,22	2,36±0,28	3,19±0,25**
			V ₂	5	2,10±0,19	2,18±0,18	2,79±0,19*
			V ₃	6	2,12±0,21	2,42±0,35	2,53±0,36
0-клетки	%	51,50±2,42	V ₁	5	55,4±0,67	53,20±0,86	50,40±1,07**
			V ₂	5	51,00±1,37	49,60±1,20	48,60±1,12
			V ₃	6	55,50±1,62	51,66±0,88	52,66±1,14
	г/л	1,14±0,24	V ₁	5	1,28±0,11	1,31±0,12	1,18±0,09
			V ₂	5	1,37±0,11	1,44±0,11	1,18±0,05
			V ₃	6	1,45±0,12	1,13±0,08	1,15±0,08

всех трех фракций — мелких, средних и крупных — количество которых снижалось в 3,00 раза ($p < 0,001$), 1,62 раза ($p < 0,05$) и 4,00 раза ($p < 0,001$) соответственно.

Динамика уровня провоспалительных цитокинов у кошек при дисбактериозе второй степени в процессе терапии приведена в таблице 5.

В таблице показано, что терапия кошек с дисбактериозом кишечника по схемам V₁, V₂ и V₃ достоверно уменьшает уровень провоспалительных интерлейкинов уже на 7-е сутки. Однако наиболее позитивные эффекты в борьбе с медиаторами воспаления отмечены у животных, которым применяли схему V₃. Так, у кошек этой опытной группы уже на 7-е сутки отмечали высокодостоверное ($p < 0,001$) снижение IL-1 α , IL-6 и IL-8 в 2,57 раза, 2,03 раза и 2,06 раза соответственно по

сравнению с исходными данными. Следует отметить, что на 14-е сутки терапии у опытных животных группы V₃ также регистрировали высокодостоверное снижение уровня в сыворотке крови IL-1 α в 3,28 раза ($p < 0,001$), с 13,65±0,79 до 4,16±0,16 пг/мл, IL-6 — в 2,06 раза ($p < 0,001$), с 28,10±2,31 до 13,58±0,32 пг/мл, IL-8 — в 2,17 раза ($p < 0,001$), с 15,21±0,62 до 6,98±0,40 пг/мл, по сравнению с показателями до терапии.

Таким образом, при субкомпенсированном дисбактериозе кишечника у кошек назначение пробиотика «Лактобифадол» в комплексе с препаратами «Ветелакт» и «Азоксивет» показывает наибольший терапевтический эффект, приводящий к общему клиническому улучшению состояния животных уже через 5,50±0,22 суток. При этом нормализация аппетита, неприятного запаха из

Таблица 4. Динамика показателей гуморального звена иммунитета у кошек при дисбактериозе 2 степени в процессе их терапии
Table 4. Dynamics of indicators of the humoral link of immunity in cats with degree 2 dysbacteriosis during their therapy

Показатели		Здоровые кошки (n = 6)	Схема	n	До коррекции	В процессе терапии	
						7-е сутки	14-е сутки
В-общие	%	14,66±1,75	V ₁	5	18,80±1,06	18,00±1,51	18,20±1,42
			V ₂	5	20,80±1,28	19,00±1,04	18,20±1,11
			V ₃	6	20,16±1,24	16,50±0,50*	13,83±0,74**
	г/л	0,32±0,10	V ₁	5	0,43±0,04	0,44±0,06	0,42±0,05
			V ₂	5	0,56±0,07	0,55±0,06	0,44±0,04
			V ₃	6	0,54±0,08	0,36±0,03	0,29±0,01*
ЦИК, ед.	Крупные	2,66±1,21	V ₁	5	12,00±1,22	9,60±0,92	6,80±0,66**
			V ₂	5	14,20±1,52	11,40±1,02	2,80±1,11***
			V ₃	6	11,33±0,84	5,16±0,60***	2,83±0,30***
	Средние	3,50±1,04	V ₁	5	7,60±0,40	6,80±0,37	5,40±0,24**
			V ₂	5	5,20±0,86	4,00±0,54	3,20±0,37
			V ₃	6	7,33±0,95	4,83±0,30*	4,50±0,22*
	Мелкие	4,66±1,36	V ₁	5	7,00±0,70	5,20±0,73	4,40±0,50*
			V ₂	5	8,40±0,50	6,40±0,50*	4,80±0,37***
			V ₃	6	10,00±0,57	3,83±0,47***	3,33±0,33***
	Общие	10,83±2,48	V ₁	5	26,60±2,01	21,60±1,69	16,60±1,32**
			V ₂	5	27,80±1,01	21,80±0,86**	10,80±0,86***
			V ₃	6	28,66±1,72	13,83±0,87***	10,66±0,49***

Таблица 5. Динамика уровня провоспалительных цитокинов у кошек при дисбактериозе 2-й степени в процессе их терапии
Table 5. Dynamics of the level of pro-inflammatory cytokines in cats with degree 2 dysbacteriosis during their therapy

Показатели	Здоровые кошки (n = 6)	Схема	n	До коррекции	В процессе терапии	
					7-е сутки	14-е сутки
IL-1 α , пг/мл	4,46±1,64	V ₁	5	12,54±1,07	8,62±0,92*	5,70±0,74***
		V ₂	5	16,00±1,13	10,60±0,91**	4,46±0,56***
		V ₃	6	13,65±0,79	5,31±0,34***	4,16±0,16***
IL-6, пг/мл	13,90±1,84	V ₁	5	30,04±2,78	21,58±1,93*	16,14±1,33**
		V ₂	5	32,90±1,07	20,70±0,97***	13,56±0,78***
		V ₃	6	28,10±2,31	13,78±0,73***	13,58±0,32***
IL-8, пг/мл	7,18±1,72	V ₁	5	16,46±0,59	10,58±0,53***	7,48±0,51***
		V ₂	5	15,76±0,70	11,12±0,44***	7,28±0,42***
		V ₃	6	15,21±0,62	7,36±0,50***	6,98±0,40***

ротовой полости и характера фекальных масс наступала у кошек группы V₃ на 3,1 суток ($p < 0,001$), 1,47 суток ($p < 0,01$) и 1,24 суток ($p < 0,01$) раньше, чем у животных, которым применяли лишь пробиотик «Лактобифадол».

Выводы/Conclusions

Усовершенствованы методы коррекции дисбактериоза кишечника второй степени тяжести у кошек. При субкомпенсированном дисбактериозе кишечника назначение пробиотика «Лактобифадол» в комплексе с пребиотиком «Ветелакт» и иммуномодулятором «Азоксивет» показывает наибольший терапевтический эффект, приводящий к общему клиническому улучшению уже через 5,50 суток. При этом нормализация аппетита, неприятного запаха из ротовой полости и характера фе-

кальных масс наступала у кошек группы V₃ на 3,1; 1,47 и 1,24 суток соответственно раньше, чем у животных, которым применяли лишь «Лактобифадол».

О терапевтической эффективности схемы V₃ наглядно свидетельствуют также и иммунологические показатели крови опытных животных.

В этой связи рекомендуем при коррекции субкомпенсированного дисбактериоза кишечника у кошек использовать пробиотик «Лактобифадол» в дозе 0,2–0,4 г/кг массы 1 раз в сутки в течении 10 дней; пребиотик «Ветелакт» из расчета 0,1 мл на 1 кг массы ежедневно в течение 14 дней, а также иммуномодулятор «Азоксивет» можно 1 раз в сутки на протяжении 7 дней в дозе 0,3 мг/кг.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Kathrani A., Fascetti A.J., Larsen J.A. et al. Whole-Blood Taurine Concentrations in Cats With Intestinal Disease. *J. Vet. Intern. Med.* 2017; 31(4): 1067-1073.
- Rudenko P., Vatnikov Yu., Sachivkina N. et al. Search for Promising Strains of Probiotic Microbiota Isolated from Different Biotopes of Healthy Cats for Use in the Control of Surgical Infections. *Pathogens.* 2021; 10(6): 667.
- Rudenko P., Vatnikov Yu., Engashev S. et al. The role of lipid peroxidation products and antioxidant enzymes in the pathogenesis of aseptic and purulent inflammation in cats. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2021; 8(2): 210-217.
- Palikov V.A., Palikova Y.A., Borozdina N.A. et al. A novel view of the problem of Osteoarthritis in experimental rat model. *Research Results in Pharmacology.* 2020; 6(2): 19-25.
- Vatnikov Yu., Donnik I., Kulikov E. et al. Effectiveness of Hypericum Perforatum L. phytosorbent as a part of complex therapy for acute non-specific bronchopneumonia. *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2020; 12(Suppl. Issue 1): 1108-1116.
- Rudenko P., Sachivkina N., Vatnikov Y., et al. Role of microorganisms isolated from cows with mastitis in Moscow region in biofilm formation. *Veterinary World.* 2021; 14(1): 40-48.
- Vatnikov Yu., Yousefi M., Engashev S. et al. Clinical and hematological parameters for selecting the optimal dose of the phytopreparation «Deprim», containing an extract of the herb *Hypericum perforatum L.*, in husbandry. *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2020; 12(Suppl. Issue 1): 2731-2742.
- Moon C.D., Young W., Maclean P.H. et al. Metagenomic insights into the roles of Proteobacteria in the gastrointestinal microbiomes of healthy dogs and cats. *Microb. Open.* 2018; 7(5): e00677.
- Older C.E., Gomes M.O.S., Hoffmann A.R. et al. Influence of the FIV Status and Chronic Gingivitis on Feline Oral Microbiota. *Pathogens.* 2020; 9(5): 383.
- Rudenko P.A., Murashev A.N. Technological process of

integrated probiotics sorption drugs «Dilaksil» and «Sorbelact». *Russian Journal of Biopharmaceuticals.* 2017; 9(3): 49-54.

- Peirce J.M., Alviña K.J. The role of inflammation and the gut microbiome in depression and anxiety. *Neurosci Res.* 2019; 97(10): 1223-1241.
- Vatnikov Yu., Shabunin S., Kulikov E. et al. The efficiency of therapy the piglets gastroenteritis with combination of Enrofloxacin and phytosorbent *Hypericum Perforatum L.* *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2020; 12(S.2): 3064-3073.
- Durack J., Lynch S.V. The gut microbiome: Relationships with disease and opportunities for therapy. *J. Exp. Med.* 2019; 216(1): 20-40.
- Mohajeri M.H., La Fata G.G., Steinert R.E. et al. Relationship between the gut microbiome and brain function. *Nutr Rev.* 2018; 76(7): 481-496.
- Weersma R.K., Zhernakova A., Fu J. Interaction between drugs and the gut microbiome. *Gut.* 2020; 69(8): 1510-1519.
- Rudenko P.A., Rudenko V.B., Rudenko A.A. et al. The effectiveness of probiotic-sorption compounds in the complex treatment of sepsis in cats. *Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2019; 10(1): 1734-1739.
- Vatnikov Yu., Donnik I., Kulikov E. et al. Research on the antibacterial and antimycotic effect of the phytopreparation Farnesol on biofilm-forming microorganisms in veterinary medicine. *International Journal of Pharmaceutical Research.* 2020; 12(Suppl. Issue 2): 1481-1492.
- Marks S.L., Rankin S.C., Byrne B.A. et al. Enteropathogenic bacteria in dogs and cats: diagnosis, epidemiology, treatment, and control. *J. Vet. Intern. Med.*, 2011; 25(6): 1195-1208.
- Bugrov N., Rudenko P., Lutsay V. et al. Fecal Microbiota Analysis in Cats with Intestinal Dysbiosis of Varying Severity. *Pathogens.*, 2022; 11(2): 234.
- Suchodolski J.S. Companion animals symposium: microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *J. Anim. Sci.*, 2011; 89(5): 1520-1530.

ОБ АВТОРАХ:

- Юрий Анатольевич Ватников**, профессор, директор департамента ветеринарной медицины Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>
 E-mail: vatnikov-yua@rudn.ru
- Павел Анатольевич Руденко**, старший научный сотрудник, доцент департамента ветеринарной медицины Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>
 E-mail: rudenko-pa@rudn.ru
- Евгений Владимирович Куликов**, доцент департамента ветеринарной медицины Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6936-2163>
 E-mail: kulikov-ev@rudn.ru
- Валентина Ивановна Семенова**, доцент департамента ветеринарной медицины Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-3932-776X>
 E-mail: semenova-v@rudn.ru

ABOUT THE AUTHORS:

- Yury Anatolyevich Vatnikov**, Professor. Director of the Department of Veterinary Medicine Peoples Friendship University of Russia, 6 st. Miklukho-Maclay, Moscow, 117198, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0036-3402>
 E-mail: vatnikov-yua@rudn.ru
- Pavel Anatolyevich Rudenko**, Senior researcher, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine Peoples Friendship University of Russia, 6 st. Miklukho-Maclay, Moscow, 117198, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>
 E-mail: rudenko-pa@rudn.ru
- Evgeny Vladimirovich Kulikov**, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine Peoples Friendship University of Russia, 6 st. Miklukho-Maclay, Moscow, 117198, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6936-2163>
 E-mail: kulikov-ev@rudn.ru
- Valentina Ivanovna Semenova**, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine Peoples Friendship University of Russia, 6 st. Miklukho-Maclay, Moscow, 117198, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3932-776X>
 E-mail: semenova-v@rudn.ru

Марина Ивановна Шопинская,

доцент департамента ветеринарной медицины
Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Ма-
кляя, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-38233737>

E-mail: shopinskaja-mi@rudn.ru

Николай Сергеевич Бугров,

аспирант

Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Ма-
кляя, 6, Москва, 117198, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4116-0620>

E-mail: bugrov-ns@rudn.ru

Marina Ivanovna Shopinskaya,

Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine
Peoples Friendship University of Russia, 6, st. Miklukho-Maclay,
Moscow, 117198, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-38233737>

E-mail: shopinskaja-mi@rudn.ru

Nikolay Sergeevich Bugrov,

Postgraduate student

Peoples Friendship University of Russia, Medicine, 6 st. Miklukho-
Maclay, Moscow, 117198, Russian Federation
E-mail: bugrov-ns@rudn.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4116-0620>

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •**На территории РФ в июле зафиксировано 58 случаев бешенства животных**

В июле 2022 года в России было зафиксировано 58 случаев бешенства среди животных, сообщил 01.08.2022 официальный портал подведомственного Россельхознадзора ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория» (ФГБУ «ЦНМВЛ»).

По данным специалистов ФГБУ «ЦНМВЛ», случаев бешенства обнаружено у лисиц – 23, собак – 18, кошек – 10, енотовидных собак – 3, по одному – у ежей, косуль, диких кошек и КРС. Причем наибольшее количество случаев выявлено во Владимирской, Челябинской, Нижегородской, Свердловской областях и в Красноярском крае.

Для успешной борьбы с этим опасным заболеванием уровень диагностической работы на всей территории РФ должен оставаться высоким, отмечается в сообщении.

**Президент России поддержал идею развития в Мордовии производства отечественных кормов для домашних животных**

Владимир Путин на встрече с главой Мордовии Артемом Здуновым поддержал идею развития в регионе производства отечественных кормов для домашних животных, назвав «глупостью для России» импорт такой продукции из-за рубежа. Стенограмма встречи опубликована на сайте Кремля. Артем Здунов, в частности, сообщил, что в этой сфере «рынок практически был импортным», однако теперь в республике его осваивают, и первая продукция уже поступила в торговые сети.

Глава Мордовии заострил внимание на большом объеме данного рынка. «Мы нацелены его завоевать, потому что [это] большие деньги», – уточнил он. «Конечно, так и надо сделать», – заключил Владимир Путин.

(Источник: ТАСС)

Вице-премьер РФ Виктория Абрамченко будет курировать российские разработки в области биомедицинских, ветеринарных, клеточных технологий, а также технологии биоинженерии в части АПК

По инициативе Президента России премьер-министр РФ Михаил Мишустин распределил между вице-премьерами развитие высокотехнологичных отраслей. Как сообщила вице-премьер РФ Виктория Абрамченко в своем Telegram-канале, она будет курировать:

- во-первых, биомедицинские, ветеринарные и клеточные технологии и технологии биоинженерии в части АПК (наиболее простой и востребованный пример – кормовые добавки для животных, которые необходимы для развития сельского хозяйства);
- во-вторых, экотехнологии (например, технологии для вовлечения отходов во вторичный оборот и перехода на экономику замкнутого цикла);
- в-третьих, технологии, связанные с мониторингом состояния окружающей среды и мониторингом выбросов и поглощений климатически активных веществ;
- в-четвертых, технологии, необходимые для грамотного и бережливого природопользования (речь идет о технологиях поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи).

Это решение особенно важно в условиях санкций и позволит сконцентрировать усилия Правительства РФ по всем направлениям, где необходим технологический суверенитет, подчеркнула Виктория Абрамченко.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ САНИТАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В современных условиях промышленного животноводства перед ветеринарными специалистами ставится задача по увеличению сохранности поголовья, недопущению заноса и распространения на территории предприятия инфекционных болезней. Все большее значение уделяется качеству проведения санитарных мероприятий на животноводческих комплексах.

Санитарные мероприятия, проводимые в животноводческих помещениях во время санитарного разрыва, — это механическая очистка, замачивание, мойка, санация системы поения, влажная дезинфекция и аэрозольная дезинфекция.

Сейчас для оценки качества проводимых санитарных мероприятий ветеринарные специалисты пользуются следующими методами:

- визуальный контроль осуществляется в форме проверок соблюдения требований санитарных правил, относящихся к обеспечению санитарно-противоэпидемического режима на объекте, в том числе режима уборки и санитарной обработки объектов производственного окружения (помещения, оборудование, инвентарь);

- лабораторно-инструментальный контроль осуществляется с использованием лабораторных, инструментальных методов исследований и измерений для объективной характеристики физических, химических и биологических факторов, способных оказать неблагоприятное воздействие на организм животного.

Визуальный контроль как основной инструмент определения качества проведенных санитарных мероприятий может быть применен к таким санитарным мероприятиям, как механическая очистка и замачивание.

Для контроля проведения мойки, влажной и аэрозольной дезинфекции, санации системы поения метод визуального осмотра может быть применен как второстепенный, поскольку не является объективным.

Для объективного контроля проведения санитарных мероприятий ветеринарные специалисты используют различные инструменты (люменометр и др.) и лабораторные исследования (смывы с поверхностей). При помощи люменометра можно произвести оценку качества проведенных мероприятий непосредственно после их выполнения. Однако инструментальный метод позволяет оценить качество проведенных мероприятий только

для того оборудования, с которого производится взятие смывов, и не всегда показателен для всего помещения.

При проведении контроля качества выполненных санитарных мероприятий с помощью лабораторных методов результаты данных исследований будут получены через несколько дней. Получается, что санитарные мероприятия проведены, а их результат специалисты узнают, когда данный сектор или помещение уже заполнены животными.

Специалисты ГК ВИК уверены, что для проведения санитарных мероприятий удовлетворительного качества в производственных помещениях необходимо обеспечить контроль выполнения работ по их подготовке перед посадкой новых групп животных.

Предлагаем рассмотреть следующие инструменты, позволяющие произвести санитарные мероприятия удовлетворительного санитарного качества при минимальных экономических затратах.

Первое, на что должны обратить внимание ветеринарные специалисты предприятия, — это разработка подробной технологической карты или рабочей инструкции (протокола) проведения санитарных мероприятий. В данном документе производится подробное последовательное описание всех технологических процессов и операций, определен временной интервал, необходимый сотруднику для осуществления той или иной операции, используемое оборудование, моющие и дезинфицирующие средства, концентрации и методы приготовления рабочих растворов. Данная инструкция должна быть понятна сотрудникам предприятия и не иметь двояких трактовок.

Часто на предприятии сотрудники выполняют поставленные задачи, как им удобно, и не всегда понимают важность выполняемой ими работы. Несоблюдение норм и правил проведения санитарных мероприятий, обращения с химическими веществами может негативно сказаться на здоровье животных, нанести ущерб здоровью сотрудников.

Подробные рабочие инструкции позволяют произвести планирование, расчет времени, численности персонала, необходимого количества моющих и дезинфицирующих средств, исходя из реальных потребностей предприятия, и избежать нарушения процесса проведения санитарных мероприятий.

Контроль расхода моющих и дезинфицирующих средств. Количество моющих и дезинфицирующих средств, требуемых для проведения санитарных мероприятий, определяется





опытным путем. Для этого необходимо под контролем специалиста предприятия произвести мойку и дезинфекцию производственного помещения, зафиксировать объем потраченных средств и внести эти данные в технологическую карту или инструкцию.

Данные по расходу моющих и дезинфицирующих средств должны быть получены, исходя из их реального применения и используемого оборудования в конкретном производственном помещении.

Соответственно, если при выполнении санитарных мероприятий не была произведена обработка поверхностей необходимым количеством моющих или дезинфицирующих средств, мы не можем говорить о проведении санитарных мероприятий удовлетворительного качества даже при получении отрицательных результатов лабораторных исследований.

ОСНОВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МОЮЩИХ И ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ

Расчет потребления моющих и дезинфицирующих средств осуществляют, исходя из площади пола помещения, при этом не учитывается площадь стен, потолка, ограждающих конструкций, технологического оборудования. Включить их расчеты не всегда возможно, поскольку технологическое оборудование состоит из множества деталей и компонентов, производитель не может предоставить информацию о площади обрабатываемых поверхностей оборудования. Необходимо проводить производственные испытания для определения нужного объема моющих и дезинфицирующих средств при проведении санитарных мероприятий на предприятии.

Используемое оборудование для санитарных мероприятий напрямую влияет на количество средства.

Для проведения мойки оборудования специалисты Компании ВИК рекомендуют использовать моющее средство «ЭкоКлин Алк Супер». Производственные опыты по использованию данного средства показали высокую эффективность его применения при минимальных рабочих концентрациях и минимальном расходе рабочего раствора.

Необходимо исключить человеческий фактор из процесса приготовления рабочих растворов моющих и дезинфицирующих средств.

Эффективность проведения санитарных мероприятий напрямую зависит от качества приготовления рабочих растворов моющих и дезинфицирующих средств.

Нарушения технологии приготовления рабочих растворов возникают при:

- использовании слишком низких или высоких концентраций моющих и дезинфицирующих средств, что может привести к выполнению санитарных мероприятий неудовлетворительного качества либо повышению экономических затрат при проведении санитарных мероприятий;
- некачественном приготовлении рабочих растворов моющих средств, а именно неправильном смешивании концентрированного моющего средства и воды. Часто при использовании пеногенератора сотрудники предприятия производят добавление моющего средства в пеногенератор после того, как набрали в него воду. Полное перемешивание моющего средства и воды в пеногенераторе требует времени и не всегда может быть выполнено одним человеком. В результате получается завышенная концентрация рабочего раствора в начале работы пеногенератора и низкая концентрация — в конце работы оборудования.

Неправильно приготовленный рабочий раствор моющего средства может быть причиной проведения санитарных мероприятий неудовлетворительного качества.

Решением, исключающим человеческий фактор при приготовлении рабочих растворов моющих и дезинфицирующих средств, является применение механических дозаторов, таких как «SuperDos», «Chemilizer». Их использование позволяет получить однородный рабочий раствор, стабильную концентрацию моющих и дезинфицирующих средств.

Проведение обучения новых сотрудников и периодический контроль знаний сотрудников. Новый сотрудник должен пройти обучение работе с оборудованием, моющими и дезинфицирующими средствами, используемыми на предприятии. Без обучения новых сотрудников предприятие несет серьезные риски проведения санитарных мероприятий неудовлетворительного качества. Необходимым условием стабильной работы бригад мойщиков и дезинфекторов является периодический контроль знаний в области проведения санитарных мероприятий, работы с моющими, дезинфицирующими средствами и имеющимся на предприятии оборудованием.

Рекомендуем производить обучение сотрудников не только силами специалистов предприятия, но и с привлечением сторонних специалистов компаний, оказывающих сервисные услуги.

Компания ВИК имеет широкую практику проведения обучения специалистов предприятий работе с моющими и дезинфицирующими средствами.

Команда специалистов Группы компаний ВИК уверена в эффективности представленного подхода при решении вопросов обеспечения проведения санитарных мероприятий на животноводческих предприятиях.

Божко М.В.,
ведущий специалист отдела
гигиены и санитарии ГК ВИК



**ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ –
НАША ПРОФЕССИЯ**

УДК 636.03

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-68-73

Т.Н. Рождественская^{1,2}, ✉
Л. Каримова³,
С.В. Панкратов⁴,
А.В. Рузина^{1,2},
Е.В. Томина¹

¹ Научно-производственное предприятие «АВИВАК», Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

³ Seppic SA, Париж, Франция

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ 80957434274@mail.ru

Поступила в редакцию:
08.07.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-68-73

Tatyana N. Rozhdestvenskaya^{1,2}, ✉
Liliya Karimova³,
Sergei V. Pankratov⁴,
Anna V. Ruzina^{1,2},
Elena V. Tomina¹

¹ Scientific Production Enterprise "AVIVAC", St. Petersburg, Russian Federation

² Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ Seppic SA, Paris, France

⁴ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

✉ 80957434274@mail.ru

Received by the editorial office:
07.08.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Современные подходы к изготовлению инактивированных вакцин против пастереллеза птиц

РЕЗЮМЕ

Введение. Пастереллез — одна из наиболее опасных инфекционных болезней птиц, наносящая существенный экономический ущерб промышленному птицеводству. Обычно пастереллез протекает в септической форме, вызывая высокую заболеваемость и смертность (60–80%), но в последнее время отмечается хроническая, субклиническая и ассоциированная формы проявления данной инфекции. Для профилактики пастереллеза птиц в мире широко используют инактивированные эмульсионные вакцины, которые обеспечивают высокий и длительный иммунитет. Однако при использовании инактивированных вакцин, особенно бактериальных вариантов, встает проблема их остаточной реактогенности. Эту проблему можно решить с помощью подбора более безопасных адъювантов нового поколения. Цель работы — изучить физические, биологические свойства и определить оптимальный прививной объем и метод введения инактивированных вакцин против пастереллеза птиц, изготовленных на различных адъювантах.

Материалы и методы. Для изготовления вакцин использовали инактивированную формальдегидом культуру *P. multocida* шт. 115 и ряд адъювантов («Montanide GEL-02» и масляные адъюванты «Montanide ISA 70 VG» и «Montanide ISA 78 VG»). Образцы вакцин были проверены на стерильность, стабильность и вязкость общепринятыми методами. Определение реактогенности и антигенной активности вакцин проводили на молодняке кур яичного направления 30-суточного возраста.

Результат. Установлено, что наилучшим препаратом среди испытанных является образец вакцины, изготовленный на основе адъюванта «Montanide ISA 70 VG» с содержанием 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida* в одной иммунизирующей дозе объемом 0,3 см³. При оценке реактогенности было очевидно, что все образцы, вне зависимости от вида адъюванта, более выраженные остаточные реактогенные свойства проявили при внутримышечном введении в грудную мышцу, нежели при подкожном введении в область средней трети шеи.

Ключевые слова: пастереллез птиц, инактивированные вакцины, адъювант, реактогенность, антигенная активность, *P. multocida*

Для цитирования: Рождественская Т.Н., Каримова Л., Панкратов С.В., Рузина А.В., Томина Е.В. Современные подходы к изготовлению инактивированных вакцин против пастереллеза птиц. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-68-73>

© Рождественская Т.Н., Каримова Л., Панкратов С.В., Рузина А.В., Томина Е.В.

Modern approaches to the production of inactivated vaccines against chicken cholera

ABSTRACT

Introduction. Chicken cholera is one of the most dangerous avian infectious diseases, causing significant economic damage to the industrial poultry production. Chicken cholera usually occurs in septic form, and causes high morbidity and mortality (60–80%), but recently it has become chronic, subclinical and associated. Inactivated emulsion vaccines are used worldwide to prevent chicken cholera and provide high and long-term immunity. However, there is a problem with residual reactogenicity of inactivated vaccines, particularly of the bacterial variants. This problem can be solved by using safer, next-generation adjuvants. The aim of the article is to study the physical and biological properties and determine the optimal inoculation volume and method of administration of inactivated vaccines against chicken cholera, based on different adjuvants.

Materials and methods. Formaldehyde inactivated culture of *P. multocida* st. 115 and a number of adjuvants ("Montanide GEL-02" and oil adjuvants "Montanide ISA 70 VG" and "Montanide ISA 78 VG") were used for vaccine production. The vaccine samples were tested for sterility, stability and viscosity by conventional methods. Determination of reactogenicity and antigenic activity of the vaccines was carried out on young 30-days old chickens of egg-laying type.

Results. The vaccine sample based on the adjuvant "Montanide ISA 70 VG" containing 1.5 billion *P. multocida* microbial cells in a single immunizing dose of 0.3 cm³ was found to be the best among the tested preparations. When assessing the reactogenicity, it was obvious that all samples, regardless of the type of adjuvant, showed more pronounced residual reactogenic properties when injected intramuscularly into the chest muscle than when injected subcutaneously into the middle third of the neck.

Key words: chicken cholera, inactivated vaccines, adjuvant, reactogenicity, antigenic activity, *P. multocida*

For citation: Rozhdestvenskaya T.N., Karimova L., Pankratov S.V., Ruzina A.V., Tomina E.V. Modern approaches to the production of inactivated vaccines against chicken cholera. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-68-73> (In Russian).

© Rozhdestvenskaya T.N., Karimova L., Pankratov S.V., Ruzina A.V., Tomina E.V.

Введение/Introduction

Пастереллез — одна из наиболее опасных инфекционных болезней, наносящая существенный экономический ущерб промышленному птицеводству [1, 2]. Обычно пастереллез протекает в септической форме, вызывая высокую заболеваемость и смертность (60–80%) [3], но в последнее время мы все чаще сталкиваемся с хроническим [4], субклиническим и ассоциированным проявлениями данной инфекции [5, 6]. После переболевания птица долгое время остается носителем и является источником возникновения заболевания, что осложняет проведение оздоровительных мероприятий [7].

Возбудителем пастереллеза птиц является *Pasteurella multocida* (*P. multocida*) — грамотрицательная неподвижная палочка (0,2–0,4 x 0,6–2,5 мкм). Бактерии *P. multocida* той или иной морфологической формы колоний различаются по вирулентным, иммуногенным и антигенным свойствам. Исследования, проведенные во многих странах мира, свидетельствуют о значительной вариативности вирулентных свойств *P. multocida*, разнообразии сероваров возбудителя, антигенности и токсичности их, что создает значительные сложности для рационального применения средств неспецифической и специфической профилактики болезни [8–12]. Это, в свою очередь, создает предпосылки для создания новых эффективных препаратов специфической профилактики, которые являются ключевым инструментом в контроле инфекционных болезней [13–15].

P. multocida в S-форме (наиболее вирулентной) выделяют при остром течении пастереллеза; они имеют выраженную капсулу, которая содержит большое количество гиалуроновой кислоты [16]. При подостром и хроническом течении болезни выделяют менее вирулентные M-варианты, которые также имеют капсулу, и R-варианты (диссоцианты, авирулентны), которые капсулы не имеют.

Капсула *P. multocida* содержит высокоактивные антигены, на основе которых (по Картеру) при помощи реакции непрямой гемагглютинации *P. multocida* разделяют на пять серологических групп. У птиц обнаружено 4 из них — A, B, D и F [17, 18]. Помимо капсульного антигена, серотипирование осуществляют по соматическому O-антигену в пробирочной реакции агглютинации и реакции диффузионной преципитации. У птиц описаны 16 соматических серотипов [19, 20].

Для профилактики пастереллеза в мире используют живые и инактивированные вакцины. Иммунизация живыми вакцинами создает иммунитет в короткие сроки, однако они обладают некоторой реактогенностью, а при хроническом течении пастереллеза малоэффективны [21].

Инактивированные вакцины против пастереллеза птиц обычно содержат цельные микробные клетки, инактивированные формальдегидом и соединенные с адьювантами. При этом эмульсионные варианты инактивированных вакцин способны обеспечивать более выраженный и продолжительный гуморальный иммунитет, чем сорбированные вакцины, изготовленные на основе минерально-солевых адьювантов.

В последние десятилетия было проведено большое количество разных опытно-конструкторских работ, направленных на создание промышленных технологий изготовления инактивированных вакцин [22, 23] с использованием масляных [24] и высокомолекулярных полимерных адьювантов [25].

Наряду с эффективностью инактивированных вакцин, изготовленных на основе масляных адьювантов,

обеспечивающих более высокий и длительный иммунитет, особенно у бактериальных вариантов, существует проблема их остаточной реактогенности, которую можно решить с помощью подбора более безопасных масляных адьювантов нового поколения.

Правильно подобранный адьювант позволяет производить безопасные, стабильные и воспроизводимые от партии к партии серии вакцины, которые легки в применении и экономически выгодны для потребителей.

В последние годы в различных странах для производства вакцин ветеринарного назначения широкое применение нашли адьюванты производства компании «SEPPIC».

Вакцины на основе адьювантов «SEPPIC» считаются безопасными и в зависимости от необходимости могут обеспечивать быструю выработку антител и долгосрочную защиту, вызывая гуморальный или клеточный ответ.

Специально для вакцин, используемых в промышленном птицеводстве, «SEPPIC» разработал линейку масляных адьювантов, образующих эмульсии «вода в масле» или двойные эмульсии «вода в масле в воде», MONTANIDE™ ISA. Адьюванты «Montanide ISA VG» представляют собой смеси минерального и/или неминерального масла инъекционного качества и эмульгаторов, полученных, как правило, из маннита и очищенной олеиновой кислоты растительного происхождения.

Помимо масляных адьювантов, «SEPPIC» также рекомендует использовать в вакцинах для птиц адьюванты линейки «Montenide GEL», представляющие собой дисперсию высокостабильных гелевых частиц полиакрилата натрия в воде. Вакцины получают простым перемешиванием адьювантов «Gel» с живыми или инактивированными антигенами при комнатной или пониженной температуре. При этом образуются весьма безопасные вакцины, которые, помимо внутримышечного введения, могут также наноситься на слизистые оболочки птиц.

Исходя из вышеизложенного, перспективным направлением является создание инактивированных вакцин против пастереллеза птиц, обладающих высокой антигенной активностью и минимальной остаточной реактогенностью, что и стало целью наших испытаний.

Цели: изучить физические и биологические свойства инактивированных вакцин против пастереллеза птиц, изготовленных на основе адьювантов «SEPPIC», для определения наиболее иммуногенного и наименее реактогенного образца вакцины, а также определить оптимальный прививной объем и метод введения испытываемых инактивированных вакцин против пастереллеза птиц, обеспечивающий наибольшие иммуногенные и наименьшие реактогенные свойства вакцин.

Материалы и методы/Materials and methods

Для изготовления образцов инактивированных вакцин использовали инактивированную формальдегидом культуру *P. multocida* шт. 115 и ряд адьювантов («Montanide GEL-02» и масляные адьюванты «Montanide ISA 70 VG» и «Montanide ISA 78 VG») производства компании «SEPPIC» согласно табл. 1.

Для изготовления образцов вакцин на основе «Montanide ISA-70 VG» и «Montanide ISA-78 VG» использовали высокосортный гомогенизатор «IKA ULTRA-TURRAXT 25digital». Образец вакцины на основе «Montanide GEL 02 PR» готовили простым перемешиванием адьюванта и антигена при помощи магнитной мешалки.

Все образцы вакцин были проверены на стерильность согласно общепринятым методам. Образцы №

1–4 дополнительно были проверены на стабильность и вязкость эмульсии.

Определение реактогенности и антигенной активности вакцин проводили на молодняке кур яичного направления 30-суточного возраста, полученных из хозяйства, благополучного по инфекционным заболеваниям.

Для определения реактогенности вакцин было сформировано восемь групп (группы № 1, 2...8) птиц по 10 голов. Каждая группа птиц была иммунизирована определенным методом и образцом вакцины. Птицы 1-й и 2-й групп были вакцинированы образцом вакцины № 1 в объеме 1,0 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутримышечно в грудную мышцу соответственно; 4-й и 5-й групп — образцом № 3 в объеме 1,0 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутримышечно в грудную мышцу соответственно; 7-й и 8-й групп — образцом № 5 в объеме 1,0 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутримышечно в грудную мышцу соответственно; 3-й и 6-й групп — образцами № 2 и 4 соответственно в объеме 0,6 см³ подкожно в область нижней трети шеи.

Учет реактогенности проводили через 10 дней после иммунизации, для чего птиц подвергали эвтаназии и проводили их вскрытие с целью учета местной реакции тканей на месте введения вакцины.

Степень реактогенности образцов вакцин оценивали по четырехбалльной шкале (от 1 до 4) в зависимости от наличия изменений и характера реакции тканей на месте введения вакцины:

— 1 балл. Вакцина ареактогенна — при вскрытии места введения вакцины под кожей в области нижней трети шеи и зоба возможно наличие остатков вакцины в виде вкраплений размером 0,05 мм или в толще грудной мышцы в виде тяжей 2,0–3,0 × 0,5–1,0 мм;

— 2 балла. Вакцина обладает остаточной реактогенностью — при вскрытии места введения вакцины, наряду с вышеописанными характеристиками, под кожей в области нижней трети шеи или в толще грудной мышцы наблюдается инъекция сосудов и возможно локальное образование соединительной ткани;

— 3 балла. Вакцина обладает реактогенностью — при вскрытии места введения вакцины, наряду с вышеописанными характеристиками, под кожей в области нижней трети шеи или в толще грудной мышцы наблюдается диффузное разрастание соединительной ткани;

— 4 балла. Вакцина обладает выраженной реактогенностью — при вскрытии места введения вакцины, наряду с вышеописанными характеристиками, под кожей в области нижней трети шеи или в толще грудной мышцы наблюдается разрастание соединительной ткани, в толще которой находятся пластинки фибрина и/или вязкий мутный экссудат.

Для определения антигенной активности было сформировано 9 изолированных групп (группы № 11, 12–19) цыплят по 10 голов в каждой. Птиц 11–18-й групп вакцинировали определенным методом и образцом вакцины. Птицы 11-й и 12-й групп были вакцинированы образцом вакцины № 1 в объеме 0,5 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутримышечно в грудную мышцу соответственно; 14-й и 15-й групп — образцом № 3 в объеме 0,5 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутри-

Таблица 1. Компонентный состав образцов вакцин
Table 1. Component composition of vaccine samples

№ образца/ Sample №	Наименование адьюванта / Adjuvant	Соотношение адьюванта и антигенной фракции/Adjuvant to antigenic (aqueous) fraction ratio	Иммунизирующая доза / Immunizing dose	
			объем, см ³ / volume, cm ³	к-во млрд м.к. <i>P. multocida</i> / q-ty of bln. m.c. <i>P. multocida</i>
1	Montanide ISA-70 VG	70/30	0,5	1,5
2	Montanide ISA-70 VG	70/30	0,3	1,5
3	Montanide ISA-78 VG	70/30	0,5	1,5
4	Montanide ISA-78 VG	70/30	0,3	1,5
5	Montanide GEL 02 PR	10/90	0,5	1,5

мышечно в грудную мышцу соответственно; 17-й и 18-й групп — образцом № 5 в объеме 0,5 см³ подкожно в область нижней трети шеи и внутримышечно в грудную мышцу соответственно; 13-й и 16-й групп — образцами № 2 и 4 соответственно в объеме 0,3 см³ подкожно в область нижней трети шеи.

Птиц 19-й группы не вакцинировали — они составляли интактный контроль.

С целью определения специфических антител к *P. multocida* от птиц всех групп были получены сыворотки крови за сутки до и через 28 сут. после вакцинации. Титр антител к *P. multocida* определяли иммуноферментным анализом (ИФА) с использованием тест-систем производства «IDEXX».

Исследование сывороток крови проводили одномоментно. До начала тестирования пробы хранили индивидуально в пробирках Эппендорфа при температуре –18 °С.

Вакцину считали антигенно активной, если у 80% привитых цыплят средний титр антител к *P. multocida* при исследовании в ИФА в 2 и более раз превышал минимальный положительный показатель, предусмотренный в наставлении по применению конкретного диагностикума (минимальный положительный титр к *P. multocida* используемого набора — 396).

Статистическую оценку результатов титра антител проводили по Лакину Г.Ф., 1990, путем измерения средней арифметической (X), ошибки средней арифметической (Sx), критерия Стьюдента (t-тест) и достоверности различий в группах (P) [26].

Результаты/Results and discussion

Полученные результаты испытаний образцов вакцин по определению внешнего вида, стерильности, относительной вязкости и стабильности эмульсии показали, что все образцы вакцин, за исключением образца № 5, представляли собой однородную эмульсию белого цвета, были стерильны и отвечали заданным параметрам по показателям вязкости и стабильности, находясь в диапазоне 25–35 мм²/с и 2,0–3,0 мм соответственно, и полностью отвечали требованиям к классу подобных препаратов.

Образец вакцины № 5 представлял собой стерильную однородную полупрозрачную жидкость в виде суспензии с относительной вязкостью 1 мм²/с итакже полностью отвечал допустимым параметрам препаратов подобного класса.

При определении реактогенности образцов было выявлено, что все образцы вакцин, как при введении подкожно в среднюю треть шеи, так и при введении вну-

Таблица 2. Результаты антигенной активности образцов вакцин
Table 2. Results of antigenic activity of vaccine samples

№ группы птиц / Group no.	Вакцина / Vaccine			Среднегеометрический группы (GMean) титр антител к <i>P. multocida</i> в ИФА / Geometric mean group (GMean) titer of antibodies to <i>P. multocida</i> in ELISA	
	№ образца / sample №	наименование адъюванта / adjuvant	объем, см ³ и метод введения / dose, cm ³ and method of administration	за сутки до вакцинации / the day before vaccination	через 28 сут. после вакцинации / 28 days after vaccination
11	1	ISA-70 VG	0,5 п/к шея / 0.5 SC neck	105	1936
12	1	ISA-70 VG	0,5 в/м грудь / 0.5 IM breast	88	727
13	2	ISA-70 VG	0,3 п/к шея / 0.3 SC neck	48	3452
14	3	ISA-78 VG	0,5 п/к шея / 0.5 SC neck	36	1242
15	3	ISA-78 VG	0,5 в/м грудь / 0.5 IM breast	48	1370
16	4	ISA-78 VG	0,3 п/к шея / 0.3 SC neck	28	2658
17	5	GEL 02 PR	0,5 п/к шея / 0.5 SC neck	7	690
18	5	GEL 02 PR	0,5 в/м грудь / 0.5 IM breast	0	242
19	Вакцинация не проводилась / Vaccination was not carried out			105	142

Примечание: GMean — среднее геометрическое значение титра антител в группе птиц / Note: GMean — geometric mean of antibody titer in a group of birds

тримышечно в грудную мышцу, были ареактогенны или обладали в той или иной степени остаточной реактогенностью. При этом следует отметить, что все образцы, вне зависимости от вида адъюванта, более выраженные остаточные реактогенные свойства проявили при внутримышечном введении в грудную мышцу, нежели при подкожном введении в область средней трети шеи.

При сравнительной оценке реактогенных свойств образцов вакцин, введенных подкожно в среднюю треть шеи, более ареактогенной показала себя вакцина, изготовленная на основе адъюванта «Montanide GEL-02 PR». Образцы вакцины, изготовленные на основе адъювантов «Montanide ISA 70 VG» и «Montanide ISA-78 VG», проявили себя в равной степени, уступив образцу, изготовленному на адъюванте «Montanide GEL-02 PR».

Проведенный анализ испытаний вакцин с целью определения оптимального прививного объема показал, что образцы вакцин № 2 и 4, изготовленные на основе адъювантов «Montanide ISA 70 VG» и «Montanide ISA-78 VG» соответственно, содержащие по 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida* в одной иммунизирующей дозе объемом 0,3 см³, и образцы вакцин № 1 и № 3, изготовленных на аналогичных адъювантах, но содержащих по 1,5 млрд микробных клеток в одной иммунизирующей дозе объемом 0,5 см³, были ареактогенны или обладали в той или иной степени остаточной реактогенностью в одном диапазоне.

Результаты определения антигенной активности образцов вакцин представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, цыплята опытных и контрольных групп до иммунизации не имели специфических антител к *P. multocida*, на что указывают отрицательные значения GMean по группам.

При анализе результатов антигенной активности вакцин, изготовленной на основе адъюванта «Montanide GEL-02 PR», видно, что спустя 28 сут. после ее применения в группе птиц № 17, где вакцина вводилась подкожно в область средней трети шеи, и в группе птиц № 18, где вакцину применяли внутримышечно в грудную мышцу, среднегрупповой титр антител (GMean)

к *P. multocida* находится в низкочисленных (690) и отрицательных (242) значениях соответственно. Полученные результаты показывают, что по сравнению с другими опытными образцами вакцина, изготовленная на основе адъюванта «Montanide GEL-02 PR», обладает наименьшими антигенными свойствами.

Сравнительный анализ антигенной активности образцов вакцин № 1 и 3 при введении их разными методами показал неодинаковые результаты. Так, при иммунизации птиц группы № 11 вакциной на основе «Montanide ISA 70 VG» (образец № 1) подкожно в среднюю треть шеи среднегрупповой титр антител к *P. multocida* спустя 28 сут. после вакцинации у птиц составил 1936, а при иммунизации той же вакциной в той же дозе птиц группы № 12 внутримышечно в грудную мышцу средний титр антител к *P. multocida* в группе имел слабopоложительное значение — 727. Полученные данные указывают на проявление более выраженной антигенной активности образца вакцины № 1 при введении его подкожно в область средней трети шеи, нежели в грудную мышцу.

Однако при иммунизации птиц группы № 14 вакциной на основе «Montanide ISA 78 VG» (образец № 3) подкожно в среднюю треть шеи среднегрупповой титр антител к *P. multocida* спустя 28 сут. после вакцинации у птиц составил 1242, а при иммунизации той же вакциной в той же дозе птиц группы № 15 внутримышечно в грудную мышцу значение GMean титра антител к *P. multocida* составило 1370. Полученные данные показывают, что образец вакцины № 3 проявляет свою антигенную активность при введении его подкожно в область шеи и при введении его в грудную мышцу примерно в одном диапазоне.

При испытании антигенной активности образцов вакцин, изготовленных на основе адъювантов «Montanide ISA 70 VG» (образец № 2) и «Montanide ISA-78 VG» (образец № 4), содержащих 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida* в одной иммунизирующей дозе объемом 0,3 см³, среднегрупповой титр антител к *P. multocida* составил 3452 и 2658 соответственно, что несколько выше, чем при испытании образцов вакцин

№ 1 и 3, изготовленных на аналогичных адьювантах, но содержащих 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida* в одной иммунизирующей дозе объемом 0,5 см³, где титр антител к *P. multocida* составил 1936 и 1242 соответственно.

Также следует отметить, что образы вакцин № 1 и 2, изготовленные на основе адьюванта «Montanide ISA 70 VG», спустя 28 сут. после применения индуцировали у птиц выработку антител на уровне GMean 3452 и 1936 соответственно, что несколько выше, чем при испытании образцов вакцин № 3 и 4 (изготовленных по аналогичной технологии на основе адьюванта «Montanide ISA 78 VG»), где среднегрупповой титр антител составил 2658 и 1242 соответственно.

У птиц контрольной группы специфических антител к *P. multocida* в крови на протяжении всего периода эксперимента обнаружено не было, что подтверждает достоверность полученных результатов.

Выводы/Conclusion

1. Обобщенный анализ физических и биологических свойства всех вышеиспытанных инактивированных вакцин против пастереллеза птиц позволяет сделать заключение, что наилучшим препаратом является образец вакцины, изготовленный на основе адьюванта «Montanide ISA 70 VG» с содержанием 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida* в одной иммунизирующей дозе объемом 0,3 см³.

2. При определении оптимального прививного объема испытанных вакцин установлено, что образцы инак-

тивированных вакцин против пастереллеза птиц, изготовленные на основе адьювантов «Montanide ISA 70 VG» и «Montanide ISA-78 VG», содержащие в одной иммунизирующей дозе объемом 0,3 см³ 1,5 млрд микробных клеток *P. multocida*, ареактогенны или обладают в той или иной степени остаточной реактогенностью, так же как и образцы вакцин, изготовленных на аналогичных адьювантах, содержащих 1,5 млрд микробных клеток одной иммунизирующей дозе объемом 0,5 см³.

Полученные результаты антигенной активности вакцин позволяют заключить, что антиген *P. multocida* в концентрации 1,5 млрд микробных клеток в одной иммунизирующей дозе вакцины, изготовленной как на основе адьюванта «Montanide ISA 70 VG», так и на основе «Montanide ISA-78 VG», проявляет более выраженную антигенную активность в прививном объеме 0,3 см³, нежели в объеме 0,5 см³.

3. Сравнительная оценка методов введения инактивированных вакцин против пастереллеза птиц молодняку цыплят 30-суточного возраста показала, что антигенная активность вакцин проявляется лучше при введении ее подкожно в среднюю часть шеи, нежели внутримышечно в грудную мышцу, либо находится в одинаковом диапазоне при обоих методах введения.

При оценке реактогенности было очевидно, что все образцы, вне зависимости от вида адьюванта, более выраженные остаточные реактогенные свойства проявили при внутримышечном введении в грудную мышцу, нежели, чем при подкожном введении в область средней трети шеи.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мифтахова А.В., Дроздова Л.И., Никитин А.П. Пастереллез птицы. В сб.: *Болезни птиц. сборник статей*. 2020: 148-150.
2. Корочкин Р. Пастереллезы, пастереллы и связанные с ними болезни животных. *Ветеринарное дело (Минск)*. 2022; 1: 17-23.
3. Кожевников Е.М. Бактерионосительство, его значение в экологии *Pasteurella multocida* и борьбе с пастереллезом птиц. Автореф. докт. дис. Воронеж, 1975.
4. Рождественская Т.Н., Панкратов С.В., Рузина А.В., Новикова О.Б. Респираторный синдром — открытые ворота для инфекции. *Птица и птицепродукты*. 2020; 6: 40-42 (DOI: 10.30975/2073-4999-2020-22-6-40-42).
5. Громов И. Н., Журов Д. О., Баршай Е. А. Респираторные болезни птиц: патоморфология и диагностика. Витебск, 2017.
6. Громов И., Субботина И., Коцюба Е. Патоморфология острых септических бактериозов и вирусозов птиц, протекающих с преимущественным поражением органов дыхания. *Ветеринарное дело (Минск)*. 2022; 2: 6-14.
7. Панкратов С.В., Сухинин А.А., Рождественская Т.Н., Рузина А.В. Респираторный синдром птиц. Этиология, диагностика, меры борьбы и профилактики. *Птица и птицепродукты*. 2021; 4: 34-36 (DOI: 10.30975/2073-4999-2021-23-4-34-36).
8. Хайсанова В.С., Васильев Д.А. Изучение антибиотикоустойчивости бактерий вида *P. Multocida*. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2021; 5: 46-49.
9. Wentzel J.M., van Vuuren M., Biggs L.J. comparing the minimum inhibitory and mutant prevention concentrations of selected antibiotics against animal isolates of *Pasteurella multocida* and *Salmonella typhimurium*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2022; T. 89. № 1.
10. Ahr A.D., Salib F.A.-A., Amin M.M., Soliman Y.A. Multi-drug resistant *pasteurella multocida* and *mannheimia haemolytica* strains isolated from different hosts affected by pneumonic pasteurellosis in Egypt. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2021; T. 9. № 3: 356-364.
11. Saha O., Islam M.R., Rahman M.S., Hoque M.N., Hossain M.A., Sultana M. First report from bangladesh on genetic diversity of multidrug-resistant *Pasteurella multocida* type b:2 in fowl cholera. *Veterinary World*. 2021; T. 14. № 9: 2527-2542.
12. Naqvi S.A.R., Kanwal L., Saeed M., Atta-ul-Haq, Shah S.M.A., Nisar J., Akram M., Nisar Z. *Antimicrobial and antihypercholesterolemic activities of pulicaria gnaphalodes Dose-Response*. 2020; T. 18. № 1.

REFERENCES

1. Miftakhova A.V., Drozdova L.I., Nikitin A.P. Bird pasteurellosis. In digest: *Diseases of Birds. Digest of articles*. 2020: 148-150. (In Russian)
2. Korochkin R. Pasteurellosis, Pasteurella and related animal diseases. *Veterinary business (Minsk)*. 2022; 1:17-23. (In Russian)
3. Kozhevnikov E.M. *Bacteriocarrier, its importance in the ecology of Pasteurella multocida and in the control of avian pasteurellosis. AutoAbstract doc. dis. Voronezh*, 1975. (In Russian)
4. Rozhdestvenskaya T.N., Pankratov S.V., Ruzina A.V., Novikova O.B. Respiratory syndrome — an open gate for infection. *Poultry and poultry products*. 2020; 6: 40-42 (DOI: 10.30975/2073-4999-2020-22-6-40-42). (In Russian)
5. Gromov I. N., Zhurov D. O., Barshay E. A. *Respiratory avian diseases: pathomorphology and diagnostics*. Vitebsk, 2017. (In Russian)
6. Gromov I., Subbotina I., Kotsyuba E. Pathomorphology of acute septic bacterioses and viroses of birds occurring with a predominant lesion of the respiratory organs. *Veterinary business (Minsk)*. 2022; 2:6-14. (In Russian)
7. Pankratov S.V., Sukhinin A.A., Rozhdestvenskaya T.N., Ruzina A.V. Respiratory Syndrome of Birds. Etiology, diagnosis, control and prevention measures. *Poultry and poultry products*. 2021; 4: 34-36 (DOI: 10.30975/2073-4999-2021-23-4-34-36). (In Russian)
8. Khaisanova V.S., Vasiliev D.A. Study of antibiotic resistance of *P. Multocida* bacteria. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences*. 2021; 5: 46-49. (In Russian)/
9. Wentzel J.M., van Vuuren M., Biggs L.J. comparing the minimum inhibitory and mutant prevention concentrations of selected antibiotics against animal isolates of *Pasteurella multocida* and *Salmonella typhimurium*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2022; T. 89. № 1.
10. Ahr A.D., Salib F.A.-A., Amin M.M., Soliman Y.A. Multi-drug resistant *pasteurella multocida* and *mannheimia haemolytica* strains isolated from different hosts affected by pneumonic pasteurellosis in Egypt. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2021; T. 9. № 3: 356-364.
11. Saha O., Islam M.R., Rahman M.S., Hoque M.N., Hossain M.A., Sultana M. First report from bangladesh on genetic diversity of multidrug-resistant *Pasteurella multocida* type b:2 in fowl cholera. *Veterinary World*. 2021; T. 14. № 9: 2527-2542.
12. Naqvi S.A.R., Kanwal L., Saeed M., Atta-ul-Haq, Shah S.M.A., Nisar J., Akram M., Nisar Z. *Antimicrobial and antihypercholesterolemic activities of pulicaria gnaphalodes Dose-Response*. 2020; T. 18. № 1.

13. Бирюченкова М.В., Тимина А.М., Щербак А.В. Генотипология заболеваний, ассоциированных с *Pasteurella multocida*. В сб.: *Достижения молодых ученых в ветеринарную практику*. Владимир, 2016: 192-198.
14. Van Dijk J.G.B., Iverson S.A., Gilchrist H.G., Buttler E.I., Forbes M.R., Hennin H.L., Harms N.J., Soos C., Love O.P., Lesceu S., Foster J.T. Herd immunity drives the epidemic fadeout of avian cholera in arctic-nesting seabirds. *Scientific Reports*. 2021; T. 11. № 1: 1046.
15. Hoelzer, K. Bielke L., Blake D.P. Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 2: new approaches and potential solutions. *Veterinary Research*. 2018; Vol. 49, № 1: 70.
16. Smallman T.R., Williams G.C., Harper M., Boyce J.D. Genome-wide investigation of *Pasteurella multocida* identifies the stringent response as a negative regulator of hyaluronic acid capsule production. *Microbiology Spectrum*. 2022; T. 10. № 2.
17. Малик Е.В., Малик Н.И., Гулейчик И.А., Чупахина Н.А., Маленкова Л.А., Самохвалова Н.С. Анализ проблем идентификации культур *Pasteurella multocida* по капсульным группам и продукции токсинов В кн.: *Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы. Сборник трудов XIII Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского; IV Всероссийской научно-практической конференции; VI Всероссийского симпозиума*. Москва, 2021: 105.
18. Малик Е.В., Маленкова Л.А., Малик Н.И., Русанов И.А., Прасолова О.В. Фенотипирование штаммов и изолятов *P. multocida* по капсульным группам в гиалуронидазной и акрифлавиновой пробам. В кн.: *Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения*. Москва, 2021: 49-50.
19. Семина А.Н. Изучение генома *Pasteurella multocida* для специфического определения в птицеводстве. *Эффективное животноводство*. 2020; 4 (161): 142-143.
20. Борисенкова А.Н. Значение соматического и капсульного антигенов *P. multocida* в иммунологической специфичности вакцин. *Ветеринария*. 1978; 5: 40-42.
21. Кэленек Б.У., Барнса Х.Дж., Биэрда Ч.У., Макдугалда Л.Р., Сэйфа И.М. *Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц*. М., 2011.
22. Yang X., Wu Q., Zhang J. Prevalence, bacterial load, and antimicrobial resistance of *Salmonella* serovars isolated from retail meat and meat products in China. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 2121.
23. Шемельков Е.В., Алипер Т.И., Куликова Т.С., Кунаков К.Ю., Булгаков А.Д., Верховский О.А. Подбор адьюванта для субъединичной маркированной вакцины против классической чумы свиней *Ветеринария*. 2022; 4: 32-40.
24. Rozhdestvenskaya T. N., Pankratov S. V., Sapegina E. V., Tomina E. V. Испытание новых адьювантов SEPPIC для изготовления вакцин против гемофилиаз птиц. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2020; 11: 23-27 (DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202011004)
25. Nikitin G., Pankratov S., Sukhinin A., Prikhod'ko E., Rozhdestvenskaya T., Ruzina A. Adjuvants for inactivated vaccine against avibacterium paragallinarum. *FASEB Journal*. 2022; T. 36. — № S1. (DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3128)
26. Лакин Г.Ф. *Биометрия* // М.: «Высшая школа». — 1990. — 352 с.
13. Biryuchenkova M.V., Timina A.M., Shcherbakov A.V. Gene diagnostics of diseases associated with *Pasteurella multocida*. In col.: *Achievements of young scientists in veterinary practice*. Vladimir, 2016: 192-198. (In Russian)
14. Van Dijk J.G.B., Iverson S.A., Gilchrist H.G., Buttler E.I., Forbes M.R., Hennin H.L., Harms N.J., Soos C., Love O.P., Lesceu S., Foster J.T. Herd immunity drives the epidemic fadeout of avian cholera in arctic-nesting seabirds. *Scientific Reports*. 2021; T. 11. № 1: 1046.
15. Hoelzer, K. Bielke L., Blake D.P. Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 2: new approaches and potential solutions. *Veterinary Research*. 2018; Vol. 49, № 1: 70.
16. Smallman T.R., Williams G.C., Harper M., Boyce J.D. Genome-wide investigation of *Pasteurella multocida* identifies the stringent response as a negative regulator of hyaluronic acid capsule production. *Microbiology Spectrum*. 2022; T. 10. № 2.
17. Malik E.V., Malik N.I., Guleichik I.A., Chupakhina N.A., Malenkova L.A., Samokhvalova N.S. Analysis of problems with identification of *Pasteurella multocida* cultures by capsular groups and production of toxins. In the book: *Infectious diseases in the modern world: evolution, current and future threats. Proceedings of the XIII Annual All-Russian Congress on Infectious Diseases named after academician V.I. Pokrovsky; IV All-Russian Scientific and Practical Conference; VI All-Russian Symposium*. Moscow, 2021: 105. (In Russian)
18. Malik E.V., Malenkova L.A., Malik N.I., Rusanov I.A., Prasolova O.V. Phenotyping of strains and isolates of *P. multocida* by capsular groups in hyaluronidase and acriflavin tests. In the book: *Topical issues of biology, biotechnology, veterinary medicine, animal science, commodity science and processing of raw materials of animal and vegetable origin*. Moscow, 2021: 49-50. (In Russian)
19. Semina A.N. Study of the *Pasteurella multocida* genome for specific identification in the poultry industry. *Efficient animal husbandry*. 2020; 4 (161): 142-143. (In Russian)
20. Borisenkova A.N. The role of somatic and capsular antigens of *P. multocida* in the immunological specificity of vaccines. *Veterinary medicine*. 1978; 5: 40-42. (In Russian)
21. B. W. Calneek, H. J. Barnes, C. W. Bearda, L. R. McDougald, and I. M. Seifa, *Diseases of poultry and farm birds*. M., 2011. (In Russian)
22. Yang X., Wu Q., Zhang J. Prevalence, bacterial load, and antimicrobial resistance of *Salmonella* serovars isolated from retail meat and meat products in China. *Frontiers in Microbiology*. 2019; 10: 2121.
23. Шемельков Е.В., Алипер Т.И., Куликова Т.С., Кунаков К.Ю., Булгаков А.Д., Верховский О.А. Подбор адьюванта для субъединичной маркированной вакцины против классической чумы свиней *Ветеринария*. 2022; 4: 32-40. (In Russian)
24. Rozhdestvenskaya T. N., Pankratov S. V., Sapegina E. V., Tomina E. V. Testing of new SEPPIC adjuvants for the production of vaccines against avian hemophilias. *Veterinary medicine, zootechnics and biotechnology*. 2020; 11: 23-27 (DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202011004). (In Russian)
25. Nikitin G., Pankratov S., Sukhinin A., Prikhod'ko E., Rozhdestvenskaya T., Ruzina A. Adjuvants for inactivated vaccine against avibacterium paragallinarum. *FASEB Journal*. 2022; T. 36. — № S1. (DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3128)
26. Lakin G.F. *Biometrics* // M.: «High School». — 1990. — 352 с. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:**Татьяна Николаевна Рождественская^{1,2}**

д.в.н., заведующий лабораторией болезней птиц

¹ «Научно-производственное предприятие «АВИВАК» (ООО «НПП «АВИВАК»), Промзона Орлинская зона, 21, литер А, Ленинградская область, Ломоносовский район, д. Горбунки, 188502, Российская Федерация² Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Рязанский пр., 24 корпус 1, Москва, 109428, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1272-8202>
E-mail: 80957434274@mail.ru

E-mail: 80957434274@mail.ru

Лилия Каримова,к.х.н., директор по развитию бизнеса в России и странах СНГ Seppic SA, Париж, Франция; офис SEPPIC в России: Космодамианская наб., д. 52, стр. 2, Москва, 115035, Российская Федерация
E-mail: liliya.karimova@airliquide.com**Сергей Вячеславович Панкратов,**

к.в.н., ассистент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, ул. Черниговская, д. 5, Санкт-Петербург, 196084, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6824-1503>
E-mail: 2000step@mail.ru**Анна Владимировна Рузина,**

научный сотрудник лаборатории болезней птиц

¹ «Научно-производственное предприятие «АВИВАК» (ООО «НПП «АВИВАК»), Промзона Орлинская зона, 21, литер А, Ленинградская область, Ломоносовский район, д. Горбунки, 188502, Российская Федерация² Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Рязанский пр., 24 корпус 1, Москва, 109428, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-8161-1716>
E-mail: a.ruzina@avivac.com**Томина Елена Владимировна,**

начальник отдела контроля качества

«Научно-производственное предприятие «АВИВАК» (ООО «НПП «АВИВАК»), Промзона Орлинская зона, 21, литер А, Ленинградская область, Ломоносовский район, д. Горбунки, 188502, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7351-1184>
E-mail: info@avivac.com**ABOUT THE AUTHORS:****Tatyana Nikolaevna Rozhdestvenskaya^{1,2}**

Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Laboratory of Avian Diseases

¹ Limited Liability Company "Scientific-Production Enterprise "AVIVAC" ("NPP "AVIVAC"), Industrial zone Orlinkaya zone, 21, letter A, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Gorbunki, 188502, Russian Federation² Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (FGBNU FSC VIEV RAS), Ryazansky pr., 24 building 1, Moscow, 109428, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1272-8202>
E-mail: 80957434274@mail.ru**Liliya Karimova,**

Candidate of Chemical Sciences, Director of Business Development in Russia and CIS

Seppic SA, Paris, France; SEPPIC office in Russia: Kosmodamiyansky nab., 52, p. 2, Moscow, 115035, Russian Federation
E-mail: liliya.karimova@airliquide.com**Sergey Vyacheslavovich Pankratov,**

Ph. D in Veterinary medicine, assistant of the Department of Microbiology, Virology and Immunology

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, st. Chernigovskaya, 5, St. Petersburg, 196084, st. Saint Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6824-1503>
E-mail: 2000step@mail.ru**Anna Vladimirovna Ruzina,**

Researcher at the laboratory of avian diseases

¹ Limited Liability Company "Scientific-Production Enterprise "AVIVAC" ("NPP "AVIVAC"), Industrial zone Orlinkaya zone, 21, letter A, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Gorbunki, 188502, Russian Federation² Federal Scientific Center — All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (FGBNU FSC VIEV RAS), Ryazansky pr., 24 building 1, Moscow, 109428, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-8161-1716>
E-mail: a.ruzina@avivac.com**Tomina Elena Vladimirovna,**

Head of Quality Control Department

Limited Liability Company "Scientific-Production Enterprise "AVIVAC" ("NPP "AVIVAC"), Industrial zone Orlinkaya zone, 21, letter A, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Gorbunki, 188502, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7351-1184>
E-mail: info@avivac.com

А.Н. Сизенцов,
 Д.К. Блиялкина,
 Л.В. Галактионова,
 Е.В. Сальникова ✉

Оренбургский государственный
 университет, Оренбург, Российская
 Федерация

✉ kwan111@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 06.05.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.08.2022

Принята к публикации:
 22.08.2022

Оценка резистентности штаммов *Bacillus subtilis* в отношении антибактериальных препаратов на примере амоксициллина и цефтриаксона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В сельском хозяйстве в последнее время широко используются транзиторные пробиотические штаммы из группы *Bacillus spp.* Высокий антагонистический потенциал и устойчивость к абиотическим факторам, обусловленная способностью к спорообразованию представителей данного рода микроорганизмов, делает их наиболее перспективными агентами для включения в состав кормовых пробиотиков. В связи с этим цель нашей работы — исследовать биологический потенциал толерантности почвенных изолятов *B. subtilis* в отношении антибактериальных препаратов на примере амоксициллина и цефтриаксона.

Методы. Для реализации данной цели нами произведен отбор почвенных образцов с территорий с высоким уровнем антропогенной сельскохозяйственной нагрузки. Отбор образцов производился в 5 точках определенного нами участка с глубины более 40 см. В качестве биологических объектов в работе использовались штаммы *Bacillus subtilis*. Далее работа была связана с выделением изолированных штаммов бактерий *Bacillus subtilis*, для чего нами использовались: метод серийных разведений, высеv газоном на плотные питательные среды, выделение чистых культур и идентификация микроорганизмов по культуральным характеристикам роста на плотных средах и окраске по Грамму.

Результаты. Представлены предварительные результаты исследования антибиотикорезистентности представителей одного вида *B. subtilis*, выделенных из одного почвенного образца, но обладающих различным уровнем устойчивости к тестируемым антибиотикам (резистентовары). В ходе проведенных исследований установлена общая закономерность чувствительности исследуемых штаммов в отношении цефтриаксона и неоднородно распределяемые показатели устойчивости к амоксициллину.

Ключевые слова: почвенные изоляты, *Bacillus*, амоксициллин, цефтриаксон, антибиотикорезистентность

Для цитирования: Сизенцов А.Н., Блиялкина Д.К., Галактионова Л.В., Сальникова Е.В. Оценка резистентности штаммов *Bacillus subtilis* в отношении антибактериальных препаратов на примере амоксициллина и цефтриаксона. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-74-79>

© Сизенцов А.Н., Блиялкина Д.К., Галактионова Л.В., Сальникова Е.В.

Aleksey N. Sizentsov,
 Diana K. Bliyalkina,
 Ludmila V. Galaktionova,
 Elena V. Salnikova ✉

Orenburg state university, Orenburg,
 Russian Federation

✉ kwan111@yandex.ru

Received by the editorial office:
 05.06.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 22.08.2022

Evaluation of resistance of isolated soil strains of *Bacillus subtilis* to antibacterial drugs on the example of amoxicillin and ceftriaxone

ABSTRACT

Relevance. In agriculture, transient probiotic strains from the *Bacillus spp.* group have recently been widely used. The high antagonistic potential and resistance to abiotic factors, due to the ability to spore formation of representatives of this genus of microorganisms, makes them the most promising agents for inclusion in feed probiotics. In this regard, the purpose of our work is to investigate the biological potential of tolerance of *B. subtilis* soil isolates to antibacterial drugs on the example of amoxicillin and ceftriaxone.

Methods. To achieve this goal, we have selected soil samples from territories with a high level of anthropogenic agricultural load. Sampling was carried out at 5 points of the site we determined from a depth of more than 40 cm. *Bacillus subtilis* strains were used as biological objects in the work. Further work was related to the isolation of isolated strains of *Bacillus subtilis* bacteria, for which we used: the method of serial breeding, lawn sowing on dense nutrient media, isolation of pure cultures and identification of microorganisms by cultural characteristics of growth on dense media and color by Gram.

Results. Preliminary results of a study of antibiotic resistance of representatives of one species of *B. subtilis* isolated from one soil sample, but having different levels of resistance to the tested antibiotics (resistants), are presented. In the course of the conducted studies, a general pattern of sensitivity of the studied strains to ceftriaxone and heterogeneously distributed indicators of resistance to amoxicillin were established.

Key words: soil isolates, *Bacillus*, amoxicillin, ceftriaxone, antibiotic resistance

For citation: Sizentsov A.N., Bliyalkina D.K., Galaktionova L.V., Salnikova E.V. Evaluation of resistance of isolated soil strains of *Bacillus subtilis* to antibacterial drugs on the example of amoxicillin and ceftriaxone. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-74-79> (In Russian).

© Sizentsov A.N., Bliyalkina D.K., Galaktionova L.V., Salnikova E.V.

Введение/Introduction

Интенсивное развитие агропромышленного комплекса на современном историческом этапе сосредоточено преимущественно на повышении эффективности отрасли за счет использования инновационных разработок в области фармацевтической, биотехнологической (животноводство) и агрохимической (растениеводство) отраслей. При этом следует отметить, что интенсивность применения данных технологий не учитывает негативные эффекты воздействия на экологическую систему в долгосрочной перспективе [1, 2].

В настоящее время довольно остро встает вопрос об использовании антибактериальных препаратов в качестве структурного компонента кормовых добавок (кормовые антибиотики), поскольку, наряду с повышением продуктивности животных, оно не только оказывает негативное влияние на экосистемы прилегающих территорий (использование продуктов жизнедеятельности в качестве биоорганических удобрений), но и способствует формированию полирезистентных форм условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, большинство из которых являются почвенными микроорганизмами (*B. anthracis*, *C. tetani*, *C. perfringens*, *C. botulinum* и др.) Однако следует отметить, что в сельском хозяйстве наряду с антибактериальными препаратами в последнее время широко используются транзиторные пробиотические штаммы из группы *Bacillus spp.* Отметим отсутствие в литературе данных о наличии патологического воздействия *B. subtilis* на организм человека и животных. В экспериментальных исследованиях, направленных на изучение комбинированного использования пробиотических препаратов на основе бактерий из данной группы с антибактериальными препаратами в отношении патогенных (*S. enteritidis*) микроорганизмов, были получены данные о наличии выраженного аддитивного эффекта определенных тестируемых сочетаний. В настоящее время исследования в данном направлении продолжаются в отношении возбудителей различных патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [3, 4].

На основании вышеизложенного перед нами была поставлена цель исследовать биологический потенциал толерантности почвенных изолятов *B. subtilis* в отношении антибактериальных препаратов на примере амоксициллина и цефтриаксона.

Материалы и методы/Materials and methods

Достижение поставленной цели осуществлялось последовательной постановкой и решением задач, первой из которых являлось выделение и идентификация изолятов *B. subtilis* из почвенных образцов с высоким уровнем сельскохозяйственной нагрузки (использованием в качестве удобрений органических отходов животноводческой отрасли (навоза)). Для реализации данной задачи нами был произведен отбор почвенных образцов с территорий с высоким уровнем антропогенной сельскохозяйственной нагрузки. Почвенный покров был представлен черноземом южным, отобраным с территории садового товарищества «Импульс» (окрестности г. Оренбурга, Оренбургская область). Отбор образцов производился в 5 точках определенного нами участка с глубины более 40 см. В эксперименте использовалась усредненная проба. В качестве основных биологических объектов в работе использовались бактериальные штаммы *Bacillus subtilis*, выбор которых обусловлен их высоким биологическим потенциалом использования (интенсивный рост, высокие антагонистические харак-

теристики, отсутствие патогенетического действия на организм человека и животных). С целью выделения тестируемых штаммов из почвенных образцов нами производилась предварительная пробоподготовка, направленная на снижение общего уровня контаминации проб вегетативными формами различных бактериальных клеток. Для этого почвенные образцы (50,0±2,0 г) помещались в стерильные колбы и выдерживались на водяной бане в течение 90 минут. Высокий уровень резистентности спор исследуемого микроорганизма обеспечил нам возможность их выделения на плотных питательных средах.

Следующий этап выполняемой нами работы был связан с выделением изолированных штаммов бактерий *Bacillus subtilis*, для чего нами использовались следующие методические подходы: метод серийных разведений (1:10, 1:100...1:100 00), высев газоном на плотные питательные среды (метод Дригальского), выделение чистых культур (метод Коха) и идентификация микроорганизмов по культуральным характеристикам роста на плотных средах и окраске по Грамму.

Реализация метода серийных разведений основана на диаметрально удаленном от точки локализованного введения диффундированию действующего вещества (диаметр лунки — 5 мм, объем вносимой суспензии — 30 мкл). При этом следует отметить, что по мере снижения концентрации действующего химического соединения (серия разведений, двукратно снижающая концентрацию активного вещества) производилась сравнительная оценка резистентности. Учет реакции производился спустя 24 часа культивирования при температуре 37 °С путем замера зон подавления роста в миллиметрах [5].

В качестве регулирующего рост фактора в работе использовали антибактериальные химиопрепараты из группы β-лактамов антибиотиков — амоксициллин и цефтриаксон. Выбор данных препаратов обусловлен их широким спектром действия, а также их использованием не только в медицинской, но и ветеринарной практике для лечения острых инфекционных заболеваний [6]. Данные антибактериальные препараты секретируются из организма почками и через желудочно-кишечный тракт, практически не подвергаясь биотрансформации, — амоксициллин до 80%, цефтриаксон до 67%.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Почвенные образцы, из которых были получены изоляты бактериальных штаммов, были проанализированы на ряд показателей, а результаты представлены в таблице 1 [7]. Образец чернозема южного среднесуглинистого гранулометрического состава по содержанию подвижных форм калия и фосфора характеризуется как очень высокообогатенный. Почвы характеризуются средним содержанием гумуса, реакция среды почвенного раствора близка к нейтральной.

Содержание нитрат-иона в образце чернозема характеризуется как низкое, а значение величины электрической проводимости свидетельствует об отсутствии процессов засоления.

В рамках реализации задачи по выделению почвенных изолятов *B. subtilis* нами было идентифицировано 9 штаммов представителей данного вида микроорганизмов, получивших штаммовую маркировку от Р-1 (почвенный) до Р-9 соответственно. Идентифицированные штаммы для чистоты проведения эксперимента пассажировались не более 3 раз; для многократно повторяющихся экспериментов использовали музейные культуры тестируемых бактерий.

Проводимые исследования по оценке ингибирующих характеристик антибактериальных препаратов в отношении тест-организмов позволили нам установить выраженный бактерицидный эффект в отношении всех исследуемых микроорганизмов (табл. 2, 3).

Следует отметить, что уровень резистентности имеет существенные различия в отношении обоих антибактериальных препаратов. При этом по уровню чувствительности штаммы можно условно разделить на три основные группы: относительно резистентные, слабо выраженной чувствительностью и высоким уровнем чувствительности (табл. 1, 2).

В отношении амоксициллина выраженную резистентность проявляет тестируемый штамм P-9, характеризующийся либо полным отсутствием зон подавления (приконцентрациях антибиотика 500 мг/мл, 31,25 мг/мл), либо слабо выраженной чувствительностью с незначительной зоной подавления роста (от 8 мм до 10 мм), то есть по отношению к показателям других штаммов имеет более низкие показатели восприимчивости. Наиболее чувствительным из всех тест-организмов является изолят P-1, имеющий максимальные значения диаметра ингибирования роста при внесении максимальной концентрации антибиотика (500 мг/мл), и проявляющий относительно выраженную чувствительность по мере снижения концентрации испытываемого препарата.

Для визуализации сравнительного анализа резистентности к максимальным тестируемым концентрациям амоксициллина исследуемых штаммов нами была построена диаграмма (рис. 1), на которой можно увидеть наличие выраженного ингибирующего действия высоких концентраций антибиотика в отношении штаммов *B. subtilis* P-1, P-3 и P-7, что отчетливо регистрируется как превышение условного порогово-

го анализа резистентности к максимальным тестируемым концентрациям амоксициллина исследуемых штаммов нами была построена диаграмма (рис. 1), на которой можно увидеть наличие выраженного ингибирующего действия высоких концентраций антибиотика в отношении штаммов *B. subtilis* P-1, P-3 и P-7, что отчетливо регистрируется как превышение условного порогово-

Таблица 1. Физико-химические характеристики исследуемой почвы

Table 1. Physico-chemical characteristics of the studied soil

Показатель	Единица измерения	Значение
N-NO ₃	мг/кг	2,64
P _{подв}	мг/кг	44,52
K _{подв}	мг/кг	1167
P _{нксл}	ед.	7,1
pH _{H₂O}	ед.	7,48
ЭП	мСм/см	81,05
Гумус	%	4,1
Содержание физической глины	%	37

Таблица 2. Оценка резистентности тестируемых почвенных изолятов *B. subtilis* в отношении амоксициллина

Table 2. Evaluation of the resistance of tested soil isolates of *B. subtilis* to amoxicillin

Концентрация, мг/мл	Зоны ингибирования роста штаммов <i>B. subtilis</i> , мм								
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9
500,0	28,33± 5,23	16,66± 0,33	19,66± 7,75	18,33± 0,33	17,33± 0,66	11,33± 2,40	20,33± 8,98	18,66± 1,33	R
250,0	23,66± 6,11	16,00± 0,01	24,00± 6,65	17,66± 1,66	15,66± 1,20	11,33± 1,76	21,00± 8,38	15,33± 1,76	8,66± 0,66
125,0	28,33± 4,40	R	25,66± 6,98	15,66± 1,20	14,33± 1,66	10,00± 0,01	22,33± 3,17	14,00± 2,01	8,66± 0,66
62,5	14,66± 1,33*	14,66± 0,33	20,00± 7,63	16,66± 0,33	14,00± 0,01	10,00± 2,30	21,33± 0,66**	13,66± 1,76	9,33± 1,76
31,25	R	13,66± 1,85	16,00± 2,30	15,00± 0,57	13,33± 0,66	R	17,66± 0,33	14,00± 2,01	R
15,63	15,00± 0,57	15,33± 1,66	13,00± 1,00	15,33± 1,33	15,00± 0,57	9,33± 1,76	15,66± 0,33**	13,33± 1,76	10,00± 0,01
7,81	23,66± 5,78	14,66± 0,66	19,33± 7,83	14,66± 0,66	15,33± 1,33	8,00± 1,15	15,00± 0,57	14,00± 2,01	8,00± 1,15
3,91	12,66± 0,66	11,66± 0,33**	17,00± 0,57	R	10,00± 1,15*	8,00± 1,15	10,00± 3,05	13,33± 2,40	7,33± 1,33
1,95	9,33± 1,76	11,66± 0,88	17,00± 0,57	R	10,66± 0,66	6,00± 0,01	14,00± 0,01	11,00± 0,57	8,00± 0,01
0,98	8,66± 1,33	R	14,66± 0,33**	11,00± 1,52	8,66± 0,66	6,00± 0,01	13,00± 0,57	13,33± 1,33	R
0,49	R	R	13,66± 0,88	R	8,66± 0,66	5,00± 0,57	8,66± 1,33*	11,33± 1,76	R
0,24	13,33± 0,33	12,66± 0,66	14,66± 0,88	12,00± 0,57	11,66± 1,20	12,66± 0,66***	10,00± 0,01*	8,66± 2,66	8,00± 0,01
0,12	11,66± 0,88	10,66± 0,66	12,66± 0,66	11,33± 0,88	10,00± 0,01	8,00± 0,01***	8,66± 1,33*	R	5,33± 0,66**
0,06	R	9,33± 0,33	10,66± 0,66	4,00± 0,01***	9,33± 0,66	8,66± 0,66	8,66± 0,66	9,33± 0,66**	R
0,03	6,00± 0,01	8,33± 1,20	R	R	R	R	R	6,00± 0,01	R
0,015	5,00± 0,57	R	R	R	R	R	R	6,00± 0,01	R
0,008	6,00± 0,01	R	R	4,00± 0,01	R	R	R	5,33± 0,66	R
0,004	9,33± 0,66***	8,33± 0,33	10,33± 0,33	8,66± 0,66***	6,00± 0,01	7,33± 1,76	5,33± 1,33	4,66± 0,66	6,00± 0,01
0,002	9,33± 0,66	7,33± 0,66	10,00± 0	R	4,00± 0,01	8,66± 1,33	6,00± 0,01	3,33± 0,66	R
0,001	8,66± 0,66	8,00± 1,15	R	R	4,00± 0,01	8,00± 2,00	R	4,66± 0,66	R
0,0005	R	R	R	5,33± 0,66	6,00± 0,01	R	4,66± 0,66	4,00± 0,01	R

Примечание: * — p ≤ 0,05, ** — p ≤ 0,01, *** — p ≤ 0,001; R — резистентный (отсутствие зоны ингибирования роста); светло-серая заливка ячейки — высокий уровень устойчивости; темно-серая заливка ячейки — выраженная чувствительность.

го значения (до 20 мм диаметрально удаленного подавления роста). Однако следует отметить, что ряд представителей имеет выраженную резистентность к определенным концентрациям (потенцированный эффект). К данной категории в порядке проявления резистентности следует отнести *B. subtilis* P-2, P-6 и P-9 соответственно.

Сравнительный анализ резистентности тестируемых изолятов в отношении цефтриаксона свидетельствует о наличии выраженного ингибирующего действия антибиотика в отношении 8 из 9 исследуемых штаммов с превышением порогового значения (более 30 мм), однако следует отметить, что штамм P-6 имеет минимальные значения подавления роста — в среднем на 39,06% меньше, чем у большинства других представителей исследуе-

Рис. 1. Сравнительный анализ антибиотикорезистентности почвенных изолятов *B. subtilis* к высоким концентрациям амоксициллина

Fig. 1. Comparative analysis of antibiotic resistance of *B. subtilis* soil isolates to high concentrations of amoxicillin

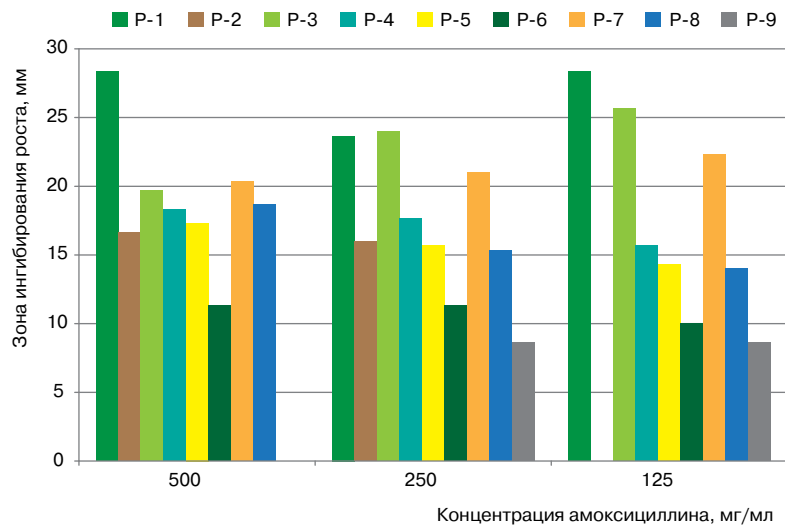


Таблица 2. Оценка резистентности тестируемых почвенных изолятов *B. subtilis* в отношении цефтриаксона

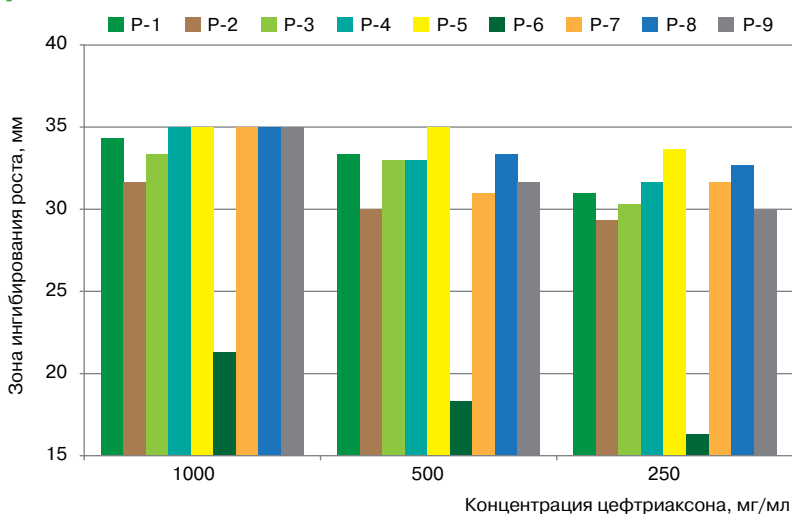
Table 2. Evaluation of the resistance of tested soil isolates of *B. subtilis* against ceftriaxone

Концентрация, мг/мл	Зоны ингибирования роста штаммов <i>B. subtilis</i> , мм								
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9
1000,0	34,33± 0,33	31,66± 0,88	33,33± 1,66	35,00± 0,01	35,00± 0,01	21,33± 1,45	35,00± 0,01	35,00± 0,01	35,00± 0,01
500,0	33,33± 0,88	30,00± 0,57	33,00± 1,52	33,00± 1,01	35,00± 0,01	18,33± 1,45	31,00± 0,57*	33,33± 1,66	31,66± 1,66
250,0	31,00± 1,01	29,33± 0,33	30,33± 0,33	31,66± 0,88	33,66± 1,33	16,33± 1,33	31,66± 1,20	32,66± 1,20	30,00± 1,15
125,0	29,66± 0,33	27,66± 1,20	28,66± 0,33*	28,33± 0,66*	30,33± 0,33	13,00± 1,73	30,33± 0,33	31,00± 1,01	32,00± 1,01
62,5	28,66± 1,33	25,00± 0,57	28,33± 0,33	27,00± 1,15	28,33± 1,66	11,00± 2,00	27,66± 0,66	29,33± 0,66	30,66± 1,20
31,25	25,00± 0,57*	20,66± 0,33***	25,66± 0,33**	22,33± 0,88*	27,00± 1,15	R	26,00± 0,57*	28,33± 3,33	27,66± 1,45
15,63	21,66± 0,88*	18,33± 0,33***	24,00± 0,57*	20,00± 1,52	24,33± 1,20	R	24,00± 0,57*	23,33± 0,88	24,00± 1,15
7,81	23,00± 0,57	14,66± 0,33***	23,33± 0,66	14,66± 0,33*	23,00± 0,57	R	22,66± 0,33**	25,33± 2,02	24,00± 0,01
3,91	19,66± 0,88*	13,00± 0,57***	19,33± 0,33**	12,33± 1,45	19,33± 1,85	20,66± 0,66	19,66± 0,33***	18,66± 0,88*	20,33± 0,33**
1,95	17,66± 0,33*	10,66± 0,66*	16,33± 1,20**	10,00± 0,57	16,66± 2,02	18,33± 1,66	16,66± 0,33***	18,00± 0,01	17,33± 0,88**
0,98	13,66± 0,88*	R	14,33± 0,33*	R	13,66± 1,85	R	11,66± 0,33***	14,66± 1,20**	14,00± 0,57*
0,49	12,00± 1,00	R	10,33± 0,33***	R	14,00± 2,30	R	8,33± 0,88*	12,66± 0,88	12,00± 0,57*
0,24	9,33± 0,33*	R	8,66± 0,33*	R	11,33± 0,88	R	R	9,00± 0,57**	15,00± 2,88
0,12	R	R	R	R	R	R	R	R	R
0,06	R	R	R	R	R	R	R	R	R
0,03	R	R	R	R	R	R	R	R	R
0,015	R	R	R	R	R	11,33± 0,66	R	R	R
0,008	R	20,66± 0,33	R	17,00± 1,52	R	19,33± 1,20**	R	R	R
0,004	R	18,33± 0,66*	R	11,00± 0,57**	R	R	R	R	R
0,002	13,33± 3,38	R	10,00± 0,01	R	11,00± 1,01	R	9,66± 0,33	10,66± 0,33	18,00± 0,57
0,001	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Примечание: * — $p \leq 0,05$, ** — $p \leq 0,01$, *** — $p \leq 0,001$; R — резистентный (отсутствие зоны ингибирования роста); светло-серая заливка ячейки — высокий уровень устойчивости; темно-серая заливка ячейки — выраженная чувствительность.

Рис. 2. Сравнительный анализ антибиотикорезистентности почвенных изолятов *B. subtilis* к высоким концентрациям цефтриаксона

Fig. 2. Comparative analysis of antibiotic resistance of *B. subtilis* soil isolates to high concentrations of ceftriaxone



мого вида микроорганизмов (табл. 3, рис. 2). По мере двукратного снижения концентрации данный штамм также проявляет относительно высокие показатели резистентности, вплоть до полного отсутствия ингибирующего действия в концентрациях от 31,25 мг/мл (зона подавления роста других штаммов составляет от 20,7 мм до 28,3 мм) до 7,81 мг/мл (диаметральная зона отсутствия роста колеблется в диапазоне от 14,7 мм до 25,3 мм).

В отношении цефтриаксона у всех тестируемых штаммов проявляется общая картина резистентности в концентрациях от 0,12 мг/мл до 0,03 мг/мл, что свидетельствует об отсутствии бактерицидного действия антибиотика, обусловленном гипотетически видовым механизмом защиты, однако по мере снижения концентрации в отношении отдельных штаммов регистри-

руется наличие потенцированного эффекта вплоть до значений 0,001 мг/мл.

Анализ показателей резистентности тестируемых штаммов к высоким концентрациям (от 1000 мг/мл до 250 мг/мл) цефтриаксона (рис. 3) позволяет нам с высокой долей вероятности распределить изоляты *B. subtilis* по устойчивости к данному антибиотику (по мере снижения диаметальной зоны ингибирования роста от максимального к минимальному значению) — P-5, P-8, P-4, P-7, P-1, P-3, P-9, P-2 и P-6 соответственно.

Выводы/ Conclusion

Представленные экспериментальные данные позволяют нам констатировать перспективность исследования штамма *B. subtilis* P-6 в отношении резистентности к антибактериальному препарату цефтриаксон (превышает показатели ближайшего по значениям штамма на 44,32% в дозировке 250 мг/мл) и *B. subtilis* P-9 (23,57%) — к амоксициллину соответственно.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о формировании внутри одного вида, выделенного из одного источника в одной временной точке, штаммов с различным уровнем резистентности в отношении различных антибактериальных препаратов, что гипотетически объясняется физиолого-адаптационными механизмами приспособления микроорганизмов к негативному действию абиотических и биотических факторов внешней среды, обеспечивающими выживание вида. Изученные штаммы имеют перспективы использования в различных сферах сельскохозяйственной отрасли, как в качестве пробиотических штаммов с высоким уровнем антагонистических характеристик.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о формировании внутри одного вида, выделенного из одного источника в одной временной точке, штаммов с различным уровнем резистентности в отношении различных антибактериальных препаратов, что гипотетически объясняется физиолого-адаптационными механизмами приспособления микроорганизмов к негативному действию абиотических и биотических факторов внешней среды, обеспечивающими выживание вида. Изученные штаммы имеют перспективы использования в различных сферах сельскохозяйственной отрасли, как в качестве пробиотических штаммов с высоким уровнем антагонистических характеристик.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abdelaziz A.I. et al. Quality of community pharmacy practice in antibiotic self-medication encounters: a simulated patient study in upper Egypt // *Antibiotics*. – 2019. – Vol. 8. – P. 35–49.
2. Du B. et al. Presence of tetracyclines, quinolones, lincomycin and streptomycin in milk // *Food Control*. – 2019. – Vol. 100. – P. 171–175.
3. Абрамова Л.Л., Сизенцов А.Н., Шеботина Н.В. Морфологическое обоснование эффективности применения пробиотических препаратов при лечении сальмонеллеза крыс // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2011. – № 1 (29). – С. 192–195.
4. Мирошникова М.С. Исследование потенцированного эффекта антимикробных препаратов в отношении пробиотических штаммов микроорганизмов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021. – № 2 (88). – С. 168–173.
5. Устройство для вырезания лунок в агаровом геле / Сизенцов А.Н., Климова Т.А., Кван О.В., Быков А.В., Межуева Л.В., Сербова В.А., Сизенцов Я.А. // патентообладатели ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». Патент на изобретение № 2697770, дата государственной регистрации 11.06.2019.

REFERENCES

1. Abdelaziz A.I. et al. Quality of community pharmacy practice in antibiotic self-medication encounters: a simulated patient study in upper Egypt // *Antibiotics*. – 2019. – Vol. 8. – P. 35–49.
2. Du B. et al. Presence of tetracyclines, quinolones, lincomycin and streptomycin in milk // *Food Control*. – 2019. – Vol. 100. – P. 171–175.
3. Abramova L.L., Sizensov A.N., Shebotina N.V. Morphological substantiation of the effectiveness of the use of probiotic preparations in the treatment of salmonellosis in rats // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2011. – No. 1 (29). – S. 192–195. (In Russian)
4. Miroshnikova M.S. Study of the potentiated effect of antimicrobial preparations in relation to probiotic strains of microorganisms // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. – No. 2 (88). – S. 168–173. (In Russian)
5. Device for cutting holes in agar gel / Sizensov A.N., Klimova T.A., Kvan O.V., Bykov A.V., Mezheva L.V., Serbova V.A., Sizensov Ya.A. // patent holders FSBEI HE "Orenburg State University". Patent for invention No. 2697770, state registration date 06/11/2019. (In Russian)

6. Ласковец, Р. С. Влияние антибиотикотерапии на кишечную микрофлору служебных собак и ее коррекция пробиотиком / Р. С. Ласковец, Т. Н. Грязнева // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 5. С. 7-12.

7. Агрохимические методы исследования почв. М.: «Наука». – 1975. – С. 656.

8. Bacillus subtilis and saponin shifted the availability of heavy metals, health indicators of smelter contaminated soil, and the physiological indicators of *Symphytum officinale* / Yiman Li, Amjad Ali, Parimala Gnana Soundari Arockiam Jayasundar, Muhammad Azeem, AnumTabassum, Di Guo, Ronghua Li, Ishaq Ahmad Mian, Zengqiang Zhang // *Chemosphere*. Volume 285, December 2021, 131454. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131454>

9. Донкова, Н.В. Изучение устойчивости к антибиотикам бактерий рода *Bacillus* методом серийных разведений / Н.В. Донкова, С.А. Донков, М.Ю. Кадетова // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5. – С. 94-100.

10. Тагиева, С. А. Преимущества применения бактериоцидных препаратов по сравнению с химическими антибиотиками для лечения инфекций у человека и животных. (ОБЗОР) / С. А. Тагиева, Ф. Х. Гахраманова // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация, 2020, № 4. – С. 122-128.

11. Advances in engineered *Bacillus subtilis* biofilms and spores, and their applications in bioremediation, biocatalysis, and biomaterials / Muhammad Zubair Mohsin, Rabia Omer, Jiaofang Huang, Ali Mohsin, Meijin Guo, Jiangchao Qian, Yingping Zhuang // *Synthetic and Systems Biotechnology*/ Volume 6, Issue 3, September 2021, Pages 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2021.07.002>.

12. Presence of esterase and laccase in *Bacillus subtilis* facilitates biodegradation and detoxification of cypermethrin / Saurabh Gangola, Anita Sharma, Pankaj Bhatt, Priyanka Khatri, Parul Chaudhary // *Scientific Reports* 2018 Aug 24;8(1):12755. doi: 10.1038/s41598-018-31082-5.

6. Laskovets, R. S. Influence of antibiotic therapy on the intestinal microflora of service dogs and its correction with a probiotic / R. S. Laskovets, T. N. Gryazneva // *Veterinary, zootechnics and biotechnology*. 2017. No. 5. S. 7-12. (In Russian)

7. Agrochemical methods of soil research. M.: "Science". - 1975. - S. 656. (In Russian)

8. Bacillus subtilis and saponin shifted the availability of heavy metals, health indicators of smelter soil contaminated, and the physiological indicators of *Symphytum officinale* / Yiman Li, Amjad Ali, Parimala Gnana Soundari Arockiam Jayasundar, Muhammad Azeem, AnumTabassum, Di Guo, Ronghua Li, Ishaq Ahmad Mian, Zengqiang Zhang // *Chemosphere*. Volume 285, December 2021, 131454. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131454>

9. Donkova, N.V. The study of antibiotic resistance of bacteria of the genus *Bacillus* by the method of serial dilutions / N.V. Donkova, S.A. Donkov, M.Yu. Kadetova // *Vestnik KrasGAU*. 2019. No. 5. - P. 94-100. (In Russian)

10. Tagieva, S. A. Advantages of using bacteriocins in comparison with chemical antibiotics for the treatment of infections in humans and animals. (REVIEW) / S. A. Tagieva, F. Kh. Gahramanova // *Bulletin of VSU, series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2020, No. 4. - P. 122-128. (In Russian)

11. Advances in engineered *Bacillus subtilis* biofilms and spores, and their applications in bioremediation, biocatalysis, and biomaterials / Muhammad Zubair Mohsin, Rabia Omer, Jiaofang Huang, Ali Mohsin, Meijin Guo, Jiangchao Qian, Yingping Zhuang // *Synthetic and Systems Biotechnology*/ Volume 6, Issue 3, September 2021, Pages 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2021.07.002>.

12. Presence of esterase and laccase in *Bacillus subtilis* facilitates biodegradation and detoxification of cypermethrin / Saurabh Gangola, Anita Sharma, Pankaj Bhatt, Priyanka Khatri, Parul Chaudhary // *Scientific Reports* 2018 Aug 24;8(1):12755. doi: 10.1038/s41598-018-31082-5.

ОБ АВТОРАХ:

Алексей Николаевич Сизенцов,

кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и микробиологии

Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы,

Оренбург, 460018, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0003-1099-3117>

Диана Константиновна Блиялкина,

студент

Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы,

Оренбург, 460018, Российская Федерация

e-mail: ladydi2000@mail.ru

Людмила Вячеславовна Галактионова,

кандидат биологических наук, доцент

Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы,

Оренбург, 460018, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0003-0781-3752>

e-mail: anilova.osu@mail.ru

Елена Владимировна Сальникова,

доктор биологических наук, заведующий кафедрой химии

Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы,

Оренбург, 460018, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-8901-1798>

e-mail: salnikova_ev@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Alexey Nikolaevich Sizentsov,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biochemistry and Microbiology

Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018

Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-1099-3117>

Diana Konstantinovna Bliyalkina,

student

Оренбургский государственный университет, 13, Pobedy Ave.,

Orenburg, 460018, Russian Federation

e-mail: ladydi2000@mail.ru

Lyudmila Vyacheslavovna Galaktionova,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018

Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0781-3752>

e-mail: anilova.osu@mail.ru

Elena Vladimirovna Salnikova,

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Chemistry

Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018

Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-8901-1798>

e-mail: salnikova_ev@mail.ru



**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 612.015.3:636.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85

А.И. Абилов¹, ✉
И.П. Новгородова¹,
Я.А. Билас²

¹ Федеральный исследовательский центр животноводства им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Российская Федерация

² ООО «Пермское» по племенной работе», д. Песьянка, Пермский край, Российская Федерация

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Поступила в редакцию:
19.05.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85

Ahmed I. Abilov¹, ✉
Inna P. Novgorodova¹,
Yana A. Bilas²

¹ L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Podolsk Municipal District, Russian Federation

² "Permskoe" for breeding work", village Pesyanka, Perm Territory, Russian Federation

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Received by the editorial office:
19.05.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Мониторинг биохимического статуса быков-производителей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вопрос изучения процессов обмена веществ является актуальным не только для коров, но и для быков-производителей, поскольку позволяет выявлять различные заболевания на ранних стадиях. Работа посвящена изучению биоэлементного состояния быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации на раннем этапе весеннего сезона в условиях Пермского края.

Методы. Исследования проведены на 25 быках-производителях голштинской породы черно-пестрой масти, возраст которых варьировал от 2 до 10 лет. Был изучен белково-липидный, минеральный обмен и ферментативная активность организма животных.

Результаты. Выявлено, что превышение нормы имело только по содержанию билирубина — на уровне 16%. Установлено, что среди животных были особи, имевшие наивысшие индивидуальные показатели по некоторым позициям. В группе животных с уровнем нормальных и повышенных концентраций билирубина выявлено отличие разницы по щелочной фосфатазе на 23,0%, соотношению А/Г — на 11,0%, по общему белку и глобулину — на 4,5 и 8,3% соответственно. Исследования животных с учетом содержания щелочной фосфатазы в сыворотке крови у быков-производителей в норме и выше нормативных значений показали, что ее концентрация имеет существенную роль (при $P < 0,001$). У молодых быков (30 мес.) этот показатель был статистически достоверным и его значения были выше, чем у животных 5 лет и старше. Стоит также отметить, что у взрослых быков уровень общего билирубина был повышен на 25%, разница в соотношении А/Г между группами животных составила 30,0%, общего белка — 12,0%, глобулина — 12,4% и альбумина — 15,4%. С учетом проведенных исследований можно сказать, что необходимо проводить биохимический мониторинг всего поголовья стада.

Ключевые слова: биоэлементное состояние, длительный зимний период, щелочная фосфатаза, концентрация билирубина, быки-производители

Для цитирования: Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А. Мониторинг биохимического статуса быков-производителей после длительного зимнего периода эксплуатации в условиях Пермского края. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85>

© Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А.

Monitoring of the biochemical status of breeding bulls

ABSTRACT

Relevance. The issue of studying metabolic processes is relevant not only for cows, but also for breeding bulls, due to the fact that it allows to identify various diseases in the early stages. The work is devoted to the study of the bioelemental state of breeding bulls after a long winter period of operation at an early stage of the spring season in the conditions of the Perm Territory

Methods. The studies were carried out on 25 breeding bulls of the Holstein breed of black-and-white color, whose age varied from 2 to 10 years. The protein-lipid, mineral metabolism and enzymatic activity of the animal organism was studied.

Results. It was revealed that only the content of bilirubin had an increased level in relation to the norm — at the level of 16%. It was established that among the animals there were individuals who had the highest individual indicators for some positions. In the group of animals with normal and elevated concentrations of bilirubin, a difference was found in the difference in alkaline phosphatase by 23.0%, the A/G ratio — by 11.0%, in total protein and globulin — by 4.5 and 8.3% respectively. Animal studies, taking into account the content of alkaline phosphatase in the blood serum of breeding bulls in the norm and above the standard values, showed that its concentration plays a significant role (at $P < 0.001$). In young bulls (30 months), this indicator was statistically significant and its values were higher than in animals of 5 years and older. It is also worth noting that in adult bulls the level of total bilirubin was increased by 25%, difference in ratio of A/G between groups of animals was 30.0%, total protein — 12.0%, globulin — 12.4% and albumin — 15.4%. Based on the studies carried out, it can be said that it is necessary to conduct biochemical monitoring of the entire herd.

Key words: bioelemental state, long winter period, alkaline phosphatase, bilirubin concentration, breeding bulls

For citation: Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A. Monitoring of the biochemical status of breeding bulls. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85> (In Russian).

© Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A.

Введение/Introduction

Известно, что ощутимый селекционно-генетический прогресс произошел в молочном животноводстве в последние десятилетия не только в Российской Федерации, но и в развитых по молочному скотоводству странах. Вследствие этого уровень молочной продуктивности коров голштинской породы значительно увеличился. И это, в свою очередь, способствовало интенсификации обменных процессов в организме животных [1].

Исследователям необходимо изучать показатели интенсивности обменных процессов в организме и на основе этого выявлять ранние субклинические отклонения, их течение, чтобы определять их коррекции [2]. В связи с этим необходимо проведение глубоких исследований обменных процессов не только коров и телок, но и у быков-производителей, потому что вместе они дают возможность понять всю суть физиологических процессов в той или иной породе [3, 4].

Изучение белково-липидного обмена в крови у быков-производителей имеет очень большое диагностическое значение для андрологической диспансеризации [5]. Снижение концентрации альбумина в сыворотке крови показывает белковое голодание или нарушение всасывания белков через желудочно-кишечный тракт. Повышение уровней креатинина и мочевины, которые являются продуктом обмена белков, способствует выделению большого количества аммиака, имеющего токсический эффект в организме и вызывающего ухудшение воспроизводства в целом [6, 7].

По содержанию холестерина, который является предшественником более чем 40 эндогенных гормонов, в организме животных можно диагностировать функциональное состояние печени, уровни гормонов надпочечников [8, 9].

Отклонение от физиологической нормы белково-липидного обмена отражает функциональное состояние органов и систем организма и может быть использовано как маркер ранних клинических симптомов метаболического состояния [10–14].

Известно, что минералы участвуют в регуляции основных физиологических процессов организма. Метаболические процессы могут быть нарушены как при недостатке, так и при избытке многих элементов. По данным С.Г. Кузнецова с коллегами (2011), аналогичные или схожие поражения в системе можно обнаружить при недостатке Ca, P, Cu, Mn, Zn, Si, витаминов A и D₃, а также при избытке Mo, F, Sr. Анемию у животных может вызвать недостаток Fe, Cu, Co, а также некоторых витаминов, или избыток в рационах Mn, V, Cu, Pb. Кальций в организме выполняет две основные функции: пассивную — в составе опорной ткани и активную — в составе клеток и тканей для поддержания процессов жизнедеятельности организма [15].

Фосфор участвует во многих биохимических реакциях в организме, является активным переносчиком энергии. Входит в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов и фосфопротеидов [16].

Цинк является основным микроэлементом в организме, при его недостатке развиваются органические нарушения в семенных канальцах, нарушается сперматогенез и др. [17].

Железо незаменимо в процессе кроветворения и внутриклеточного обмена, входит в состав гемоглобина крови, участвует в окислительно-восстановительных реакциях [18].

Необходимо отметить, что дефицит любых минералов в организме животных способствует проявлению

расстройства деятельности эндокринной системы, снижает биосинтез гормонов, необходимых для существования организма, что, в свою очередь, вызывает нарушения воспроизводства [19–23].

Краткий анализ указывает на важность проведения общего биохимического мониторинга крови быков-производителей, позволяющего определить на раннем этапе возможные отклонения в организме для своевременной коррекции и повышения сбалансированности рационов.

Цель исследований — изучить биохимический статус быков-производителей голштинской породы в условиях Пермского края после длительного зимнего периода на основе белково-липидного и минерального обмена и витаминно-ферментативного состояния крови.

Материалы и методы/Materials and methods

Работа выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на базе племпредприятия ООО «Пермское» в 2019–2020 гг. на основе договора о научном сотрудничестве. Объектом исследований являлись быки-производители голштинской породы разного происхождения в возрасте 25–112 месяцев. Всего в опыте использовалось 25 быков-производителей. Для биоэлементного мониторинга от быков-производителей отбирали кровь с использованием вакуумных пробирок в объеме 10 мл сразу после взятия спермы. Были изучены белково-липидный, минеральный обмен, а также содержание каротина и витамина А, ферментативная активность по щелочной фосфатазе, АЛТ, АСТ. Для биоэлементного анализа использовали анализатор «Chem Well-2902» («Awareness Technology», США). Исследования сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе HTI Biohaem SAC с использованием реактивов производства ЗАО «Диакон — ДС» (Россия).

Полученные данные были обработаны статистическими методами с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel». Достоверность определяли с применением t-критерия Стьюдента при $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$, а также вариабельности по min-max значениям.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Пермский край граничит с 5 субъектами РФ (Коми, Свердловская область, Башкортостан, Удмуртия и Кировская область). Крайние точки территории края: на севере — 61°39' с. ш., на юге — 56°06' с. ш., на западе — 51°47' в. д., на востоке — 59°39' в. д..

Мы изучали общий биохимический статус крови у быков-производителей с исследованием белково-липидного, минерально-ферментного, витаминного обменов в период опыта (с 1 марта до 30 июня 2019 г.).

Средние показатели (M + m), а также вариабельности показателей (min – max) по биохимическому состоянию в условиях Пермского края после длительного зимнего периода эксплуатации быков-производителей представлены в таблице 1.

Среди 19 показателей только общий билирубин имел повышенный уровень (9,45±1,56 мкмоль/л, при норме 1,16–8,15 мкмоль/л) — на 16% выше максимального уровня референсного значения.

При глубоком анализе с учетом индивидуальности каждого быка-производителя нами были отмечены существенные отклонения по следующим показателям.

Анализ данных вариабельности (min – max) содержания общего белка в сыворотке крови показал, что данный показатель у семи быков находился выше нормы, из них

Таблица 1. Биоэлементное состояние сыворотки крови у быков-производителей
Table 1. Bioelemental state of blood serum of breeding bulls

Показатели	Норма	Среднее (M±m)	Вариация		Отклонения от нормы (< >)	
			min	max	n	%
Возраст, мес.	-	56,86±5,63	25	112	-	-
Общий белок, г/л	70–92	88,35±1,24	77,13	102,97	7>	28,0
Альбумин, г/л	25–36	35,32±0,48	31,33	41,56	9>	36,0
Глобулин, г/л	40–63	49,02±3,10	40,13	70,84	2>	8,0
Соотношение А/Г, ед.	0,4–0,8	0,68±0,03	0,45	1,04	3>	12,0
Холестерин общ., ммоль/л	2,1–8,2	3,32±0,06	2,62	3,85	-	-
Билирубин общ., мкмоль/л	1,16–8,15	9,45±1,56	1,31	36,71	9>	36,0
Креатинин, мкмоль/л	62–163,0	125,61±4,31	84,43	144,09	1>	4,0
АЛТ, МЕ/л	10–36	25,88±1,09	18,92	34,49	-	-
АСТ, МЕ/л	41–107	68,37±1,70	54,42	82,67	-	-
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	31–163	109,48±13,42	31,01	233,92	8>	32,0
Са, ммоль/л	2,06–3,16	2,46±0,11	2,27	2,96	-	-
P, ммоль/л	1,13–2,91	2,44±0,11	1,82	3,95	4>	16,0
Са/P, ед.	0,82–2,39	1,05±0,05	0,58	1,46	3<	12,0
Fe, мкмоль/л	12,9–37,1	29,61±0,98	16,76	35,59	-	-
Mg, ммоль/л	0,75–1,34	1,44±0,01	1,31	1,53	22>	88,0
Хлориды, ммоль/л	90–108	95,14±0,94	84,81	107,35	2<	8,0
Каротин, мкг%		45,84±4,46	14,60	83,40	>	
Витамин А, мкг%		68,47±2,61	37,12	91,36	<	
Глюкоза, ммоль/л	2,0–4,8	4,42±0,25	0,71	5,53	8< 2>	40,0

у некоторых животных этот показатель достигал уровня 102,97 г/л вместо 92 г/л, то есть был выше на 12%.

Отклонения от нормативных показателей были зарегистрированы по концентрации альбумина у девяти быков-производителей, у некоторых она достигала уровня 41,56 г/л вместо 36 г/л в норме, то есть была на 15,4% выше. В результате этого концентрация билирубина в сыворотке крови повысилась у некоторых быков до 36,71 мкмоль/л, что почти в 4 раза больше максимального значения.

Отмечена также повышенная концентрация фосфора в сыворотке крови у 16% быков-производителей. Наивысший показатель по вариативности концентрации фосфора составлял 3,95 ммоль/л (норма — 2,91 ммоль/л). Нарушение по вариации составило 35,7%; это приводило к нарушению соотношения Са/P, которое было отмечено у трех быков-производителей.

Повышенная концентрация щелочной фосфатазы, являющейся индикатором кальций-фосфорного обмена, зарегистрирована у восьми животных (32%) — она была на уровне 233,92 МЕ/л вместо 163 МЕ/л нормы, разница в сторону увеличения от нормы у некоторых быков достигала 43,5%.

Повышено содержание магния в крови у 22 из 25 быков, то есть у 88% быков-производителей концентрация магния в сыворотке крови находилась выше нормы. Каротин в сыворотке крови быков-производителей зарегистрирован на уровне 45,84 мкг% (норма — 400 мкг%).

Анализ распределения быков-производителей в зависимости от числа отклонений по изучаемым нами показателям указывает на то, что 60% быков-производителей имеют от 1 до 3 отклонений от нормы. В то же время у 20% животных отмечены отклонения по 5–8 позициям.

Мы также провели анализ данных быков-производителей, имеющих отклонения по более чем 5 позициям, группируя их по возрасту. Выяснено, что из 5 животных, имеющих отклонения более чем по 5 параметрам, 4 были молодыми, их возраст составлял 25–36 месяцев в период исследования.

Учитывая, что у изучаемого поголовья нами было выявлено высокое содержание общего билирубина в сыворотке крови животных (9,45±1,56 мкмоль/л при норме 1,16–8,15 мкмоль/л), всех быков-производителей условно разделили на две группы.

В первой группе разместили животных, имеющих концентрацию общего билирубина выше уровня референсных значений — 17,04±2,87 мкмоль/л, с вариативностью min – max значений 8,52–36,71 мкмоль/л, во второй группе — имеющих данные на уровне референсных значений, то есть в норме 5,12±0,47 мкмоль/л с вариативностью 1,31–7,21 мкмоль/л. Результаты этих исследований показаны в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что у быков-производителей II группы (n = 16), где возраст составил 48,7±7,2 месяцев, уровень содержания билирубина в среднем был в норме, в то же время у быков I группы (n = 9) зарегистрировано нарушение концентрации билирубина в сторону увеличения. Возраст быков в I группе составил 67,7±10,0 месяцев, то есть почти на 20 месяцев больше, чем во II группе.

Анализ вариативности по возрасту показал, что в обеих группах встречаются молодые быки (возраст 25 месяцев) и взрослые (возраст 104–112 месяцев). Это дает основание считать, что уровень концентрации билирубина нарушен был и у молодых, и у старых быков-производителей (P < 0,01), и не связан с возрастной категорией.

Несмотря на то, что по средним показателям все изучаемые нами параметры были на уровне референсных значений, в значениях вариативности min – max имелись отклонения по щелочной фосфатазе, общему белку, альбумину, А/Г, креатинину.

Отклонений по уровню холестерина, активности АЛТ и АСТ, их средних показателей (M±m) и вариативности (min – max) не было зарегистрировано. Отклонения по концентрации щелочной фосфатазы составили 16,0–43,0%, по общему белку — 2,4–12,0%, альбумину — 4,8–15,4%, глобулину — 12,4%, креатинину — 15,8%.

Среди животных были выявлены быки-производители с активностью щелочной фосфатазы выше нормы (на

Таблица 2. Состояние белково-липидного обмена в зависимости от уровня общего билирубина в сыворотке крови
Table 2. The state of protein-lipid metabolism depending on the level of total bilirubin in blood serum

Показатели	Норма	Группы				Разница
		I (n = 9)		II (n = 16)		
		M±m	min – max	M±m	min – max	
Билирубин общий, мкмоль/л	1,16–8,15	17,04±2,87	8,52–36,71	5,12±0,47*	1,31–7,21	в 3 раза
Возраст, мес.	-	67,67±10,03	25–104	48,66±7,17	26–112	
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	31–163	102,54±24,61	31,68–188,75	125,89±16,20	31,03–233,92	22,8%
Общий белок, г/л	70–92	90,85±2,23	82,83–102,97	86,94±1,41	77,13–94,23	4,5%
Альбумин, г/л	25–36	35,10±0,69	32,13–37,73	35,45±0,65	31,33–41,56	-
Глобулин, г/л	40–63	55,75±2,59	46,06–70,84	51,49±1,72	40,13–61,00	8,3%
A/G, ед.	0,4–0,8	0,64±0,04	0,45–0,80	0,71±0,03	0,51–1,04	10,9%
Холестерин общий, ммоль/л	21,8,2	3,38±0,12	2,62–3,85	3,30±0,07	2,81–3,77	-
Креатинин, мкмоль/л	62–163	127,46±9,37	91,18–188,75	124,58±4,45	84,43–144,09	-
АЛТ, МЕ/л	10–36	27,58±2,05	18,94–34,49	25,56±0,78	19,63–30,63	-
АСТ, МЕ/л	41–107	68,13±3,28	54,42–81,48	68,51±1,99	58,28–82,67	-

* — достоверно при P < 0,01.

Таблица 3. Состояние белково-липидного обмена быков-производителей в зависимости от уровня активности щелочной фосфатазы
Table 3. The state of protein-lipid metabolism of breeding bulls depending on the level of alkaline phosphatase

Показатели	Норма	Группы в зависимости от уровня ЩФ				Разница между группами, %	Разница между показателями max и нормы
		I группа (n = 17)		II группа (n = 8)			
		M±m	min – max	M±m	min – max		
Щелочная фосфатаза, МЕ/л		68,2±10,4	31,0–157,1	197,2±7,6***	170,5–233,9		
Возраст, мес.	—	69,6±6,1	26–112	29,7±1,4***	25–36		
Общий белок, г/л	70–92	90,3±1,4	81,7–103,0	84,2±1,9*	77,1–90,0	+7,2	11,9%
Альбумин, г/л	25–36	34,9±0,6	31,3–41,6	36,3±0,4	34,8–37,7	4,1%	4,8–15,4%
Глобулин, г/л	40–63	55,4±1,8	40,1–70,8	47,8±1,5**	42,1–59,6	+15,9%	12,4%
A/G, ед.	0,4–0,8	0,6±0,1	0,4–1,0	0,8±0,1**	0,7–0,8	16,9%	30%
Холестерин общий, ммоль/л	2,1–8,2	3,3±0,1	3,0–3,7	3,4±0,1	2,6–3,8	—	—
Билирубин общий, мкмоль/л	1,16–8,15	10,1±2,1	1,3–36,7	7,9±2,2	2,6–17,5	+27,7	215–450% 2–4 раза
Креатинин, мкмоль/л	62–163	124,0±7,1	84,4–144,1	116,5±4,34	99,4–136,2	+6,4	—
АЛТ, МЕ/л	10–36	25,8±1,5	18,9–34,5	24,9±1,5	19,6–33,9	3,6	—
АСТ, МЕ/л	41–107	69,5±2,1	58,3–82,7	65,9±2,7	54,4–76,4	5,6%	—

* — P < 0,05; ** — P < 0,01; *** — P < 0,001.

уровне 170,55–233,92 МЕ/л). Нами также был проведен анализ показателей с учетом концентрации щелочной фосфатазы у животных. Быки условно были разделены на 2 группы, из 25 голов 17 отнесены к I группе (концентрация щелочной фосфатазы была на уровне референсных значений — 31,01–157,07 МЕ/л) и 8 быков — к II группе (уровень щелочной фосфатазы был выше нормы — 170,55–233,92 МЕ/л при норме 31–163 МЕ/л). Анализ показателей по белково-минеральному обмену у исследуемых животных в зависимости от уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови представлен в таблице 3.

Все изучаемые нами показатели в группах находились в рамках референсных значений (M±m), кроме общего билирубина (в I группе — 10,1±2,1 мкмоль/л против 1,2–8,1 мкмоль/л в норме). Однако были отмечены некоторые отличия между группами в пределах нормативного диапазона. Разница между группами по общему белку составила 7,2% (P < 0,05), альбумину — 4,1%, глобулину — 1,6% (P < 0,01) и, соответственно, соотношению A/G — 17% (P < 0,01). Отличия между группами по билирубину были на уровне 28%, креатинину, АЛТ и АСТ — в среднем составили 3–6%.

Установлено, что в обеих группах имелись особи, у которых максимальные значения ряда показателей были намного выше нормы: по общему белку — на 12%, альбумину — на 5–15%, глобулину — на 12%, а по соотношению А/Г — на 30%. По содержанию билирубина у некоторых быков отмечена концентрации выше нормы в 2–4 раза. По остальным показателям отклонений по максимальным значениям не отмечено.

Выводы/Conclusion

При изучении биохимического статуса быков-производителей голштинской породы в условиях Пермского

края после длительного зимнего периода на основе белково-липидного и минерального обмена и витаминно-ферментативного состояния крови было выяснено, что в основном все параметры среднестатистических показателей находились в пределах нормы, кроме билирубина. Также были отмечены отклонения внутри групп по вариабельности и у некоторых быков — по наивысшим показателям (max) по определенным позициям. Уровень щелочной фосфатазы в зависимости от возраста достоверно менялся. Это позволяет сделать вывод, что необходимо проводить биохимический мониторинг всего поголовья стада.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Владимиров В.Л., Самохин В.Т., Науменко П.А., Рыжков В.А., Бадалов Я.М., Фридберг Р.В., Бодров Д.А. К вопросу о биохимическом контроле в животноводстве. *Научные труды ВИЖа*. 2004; В. 62, Т. 3: 17-22.
2. Niu H.W.W., Wu F., Qiu X., Yu Z., He Y., Li H., Su H. Bin Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
3. Комбарова Н.А., Абилов А.И., Насибов Ш.Н. Взаимосвязь обмена веществ у быков-производителей с качеством спермопродукции. *Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных. Материалы международной научной конференции*. Воронеж. 2006. 911-916.
4. Domino A.R., Korzes H.C., Mcart J.A.A. Field trial of 2 calcium supplements on early lactation health and production in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; V. 100: 9681-9690.
5. Абилов А.И., Ивасюк А.П., Новгородова И.П. Белково-липидный обмен быков-производителей в условиях Ленинградской области. *Зоотехния*. 2021; №7: 25-29.
6. Фомичев Ю.П. Кетоз, вопросы продуктивности, репродукции, долголетия и меры профилактики у высокопродуктивных молочных коров // Практическое использование современных разработок в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота. Материалы пленарного заседания международной научно-практической конференции. Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии. 2011; 47-78.
7. Daros R.R., Hotzel M.J., Bran J.A., Lebl A.N.C. S.J.. Von Keyserlingk M.A.G. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; V. 145: 16-22.
8. Метревели Т.В. Биохимия животных. СПб.: Лань, 2005; 296.
9. Mann S., McArt J., Abuelo A. Production-related metabolic disorders of cattle: ketosis, milk fever and grass staggers. *In practice*. 2019; V. 41: 205-219. doi: 10.1136/inp.
10. Кузнецов С.Г., Заболотнов Л.В., Баранова И.А., Матюшенко П.В. Рекомендации по воспроизводству крупного рогатого скота. Боровск: ЗАО «Витасоль». 2011; 34.
11. Бокарев И.Н. Метаболический синдром. *Клиническая медицина*. 2014; Т.92, №8: 71-76.
12. Абилов А.И., Америкханов Х.А., Ескин Г.В., Жаворонкова Н.В., Комбарова Н.А., Федорова Е.В., Гусев И.В., Пыжова Е.А. Белково-липидный обмен у быков-производителей современной селекции в зависимости от различных факторов и его связь со спермопродукцией. *Молочное и мясное скотоводство*. 2015; №1: 29-33.
13. Sartori E.D., Canozzi M.E.A., Zago D., Prates E.R., Velho J.P., Barcellos J.O.J. The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science*. 2017; V. 9: 21-37. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p>.

REFERENCES

1. Vladimirov V.L., Samoxin V.T., Naumenko P.A., Ry'zhkov V.A., Badalov Ya.M., Fridberg R.V., Bodrov D.A. On the issue of biochemical control in animal husbandry. *Nauchny'e trudy' VIZha*. 2004; V. 62, 3: 17-22. (In Russian)
2. Niu H.W.W., Wu F., Qiu X., Yu Z., He Y., Li H., Su H. Bin Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
3. Kombarova N.A., Abilov A.I., Nasibov Sh.N. Interrelation of metabolism in sires with the quality of sperm production. Actual problems of veterinary pathology and animal morphology. Materials of the international scientific conference. Voronezh. 2006. 911-916. (In Russian)
4. Domino A.R., Korzes H.C., Mcart J.A.A. Field trial of 2 calcium supplements on early lactation health and production in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2017; V. 100: 9681-9690.
5. Abilov A.I., Ivasyuk A.P., Novgorodova I.P. Protein-lipid metabolism of breeding bulls in the conditions of the Leningrad region. *Zootexniya*. 2021; №7: 25-29. (In Russian)
6. Fomichev Yu.P. Ketosis, issues of productivity, reproduction, longevity and preventive measures in highly productive dairy cows // Practical use of modern developments in the reproduction and selection of cattle. Materials of the plenary session of the international scientific-practical conference. Dubrovitsy: GNU VIZH Russian Agricultural Academy. 2011; 47-78. (In Russian)
7. Daros R.R., Hotzel M.J., Bran J.A., Lebl A.N.C. S.J.. Von Keyserlingk M.A.G. Prevalence and risk factors for transition period diseases in grazing dairy cows in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; V. 145: 16-22.
8. Metreveli T.V. Biochemistry of animals. St. Petersburg: Lan, 2005; 296. *Bioximiya zhivotny'x*. SPb.: Lan, 2005; 296. (In Russian)
9. Mann S., McArt J., Abuelo A. Production-related metabolic disorders of cattle: ketosis, milk fever and grass staggers. *In practice*. 2019; V. 41: 205-219. doi: 10.1136/inp.
10. Kuznetsov S.G., Zabolotnov L.V., Baranova I.A., Matyushenko P.V. Recommendations for the reproduction of cattle. Bоровск: ZAO Vitasol. 2011; 34. (In Russian)
11. Bokarev I.N. metabolic syndrome. *Clinical medicine*. 2014; T.92, No. 8: 71-76. 12. (In Russian)
12. Abilov A.I., Amerkhanov Kh.A., Eskin G.V., Zhavoronkova N.V., Kombarova N.A., Fedorova E.V., Gusev I.V., Pyzhova E.A. Protein-lipid metabolism in sires of modern breeding depending on various factors and its relationship with sperm production. Dairy and beef cattle breeding. 2015; №1: 29-33. (In Russian)
- Sartori E.D., Canozzi M.E.A., Zago D., Prates E.R., Velho J.P., Barcellos J.O.J. The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science*. 2017; V. 9: 21-37. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n4p>.

14. Wilms J.N., Carvalho I.P., van Empel M., Martín-Tereso J. Mineral and glycerol concentrations in drinking water on body weight loss and acid-base balance in feed-deprived Holstein bulls. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2022; 1-12. <https://doi.org/10.1111/jpn.13700>.
15. Георгиевский В.И., Аикенков Б.И., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Колос. 1979; 471.
16. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Гаврюшова Л.П. и др. Дисметаболические нефропатии у детей. Диагностика и лечение. М.: Медпрактика. 2007; 80.
17. Hambidge K.M., Cascy C.E., Krets N.F. In Trace elements in human and animal Nutrition. Ed. W. Mertz. 1986; V. 2: 1-15.
18. Самохин В.Т., Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. Воронеж. 2013; 136.
19. Улитко В.Е., Любин М.А., Козлов В.В., Ахметова В.В. Воспроизводительная способность коров при оптимизации их рационов цеолитсодержащей добавкой. Роль и значение метода искусственного осеменения сельскохозяйственных животных в прогрессе животноводства XX и XXI вв. Материал международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.К. Милованова и профессора И.И. Соколовской. ВИЖ, Дубровицы. 2004; 283-287.
20. Leite R.G., Romanzini E.P., Delevatti L.M., Hoffmann A., Ferrari A.C., D'Aurea A.P., Fernandes L.B., Oliveira A.P., Reis R.A. Organic additives used in beef cattle feedlot: Effects on metabolic parameters and animal performance. *Anim. Sci. J.* 2019; 90: 628-636. Doi: 10.1111/asj.13183.
21. Wang H., Niu W., Wu F. et al. Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
22. Plemyashov K., Korochkina E. Monitoring of vitamin-mineral metabolism indicators in cows of different period of lactation. 2022a. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113>.
23. Plemyashov K., Filatov A., Korochkina E., Nikitin V., Sleptsov E., Anistenok S. The influence of vitamin-mineral supplementation with prolonged action on cows and on the protein metabolism in calves. The FASEB Journal. 2022b; V. 36. Issue S1.
13. Wilms J.N., Carvalho I.P., van Empel M., Martín-Tereso J. Mineral and glycerol concentrations in drinking water on body weight loss and acid-base balance in feed-deprived Holstein bulls. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2022; 1-12. <https://doi.org/10.1111/jpn.13700>.
14. Georgievskii V.I., Aikenkov B.I., Samokhin V.T. Mineral nutrition of animals. M.: Kolos. 1979; 471. (In Russian)
15. Korovina N.A., Zakharova I.N., Gavryushova L.P. Dysmetabolic nephropathy in children. Diagnosis and treatment. M.: Medpraktika. 2007; 80. (In Russian)
16. Hambidge K.M., Cascy C.E., Krets N.F. In Trace elements in human and animal Nutrition. Ed. W. Mertz. 1986; V. 2: 1-15.
17. Samokhin V.T., Prevention of metabolic disorders of microelements in animals. Voronezh. 2013; 136. (In Russian)
18. Ulitko V.E., Lyubin M.A., Kozlov V.V., Akhmetova V.V. Reproductive ability of cows when optimizing their diets with a zeolite-containing additive. The role and significance of the method of artificial insemination of farm animals in the progress of animal husbandry in the 20th and 21st centuries. Material of the international scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.K. Milovanov and Professor I.I. Sokolovskaya. VIZH, Dubrovitsy. 2004; 283-287. (In Russian)
19. Leite R.G., Romanzini E.P., Delevatti L.M., Hoffmann A., Ferrari A.C., D'Aurea A.P., Fernandes L.B., Oliveira A.P., Reis R.A. Organic additives used in beef cattle feedlot: Effects on metabolic parameters and animal performance. *Anim. Sci. J.* 2019; 90: 628-636. Doi: 10.1111/asj.13183.
20. Wang H., Niu W., Wu F. et al. Effects of dietary energy on antioxidant capacity, glucose-lipid metabolism and meat fatty acid profile of Holstein bulls at different ages. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021; V. 105: 199-209. <https://doi.org/10.1111/jpn.13457>.
21. Plemyashov K., Korochkina E. Monitoring of vitamin-mineral metabolism indicators in cows of different period of lactation. 2022a. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113>.
22. Plemyashov K., Filatov A., Korochkina E., Nikitin V., Sleptsov E., Anistenok S. The influence of vitamin-mineral supplementation with prolonged action on cows and on the protein metabolism in calves. The FASEB Journal. 2022b; V. 36. Issue S1.

ОБ АВТОРАХ:

Ахмедага Имаш оглы Абилов,
доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии
Федеральный Исследовательский Центр им. Л.К. Эрнста,
д. 60, п. Дубровицы, г.о. Подольск Московская область, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

e-mail: ahmed.abilov@mail.ru

Инна Петровна Новгородова,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии
Федеральный исследовательский центр животноводства —
ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, д. 60, п. Дубровицы, г.о. Подольск
Московская область, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

e-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Яна Александровна Билас,
директор
ООО «Пермское» по племенной работе», 16, ул. Строителей,
д. Песьянка, Пермский край, Российская Федерация
e-mail: perm-plem@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Ahmedaga Imash ogly Abilov,
Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory
of Cell Engineering of Federal

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region,
142132, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

e-mail: ahmed.abilov@mail.ru

Inna Petrovna Novgorodova,
Cand., Sci. (Biology.), Senior Researcher of the Laboratory of Cell
Engineering

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region,
142132, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-4617-1644>

e-mail: novg-inna2005@yandex.ru

Yana Alexandrovna Bilas,
director
ООО «Permskoe» for breeding work»
16, village Pesyanka, Perm Territory, Russian Federation
e-mail: perm-plem@yandex.ru

В.А. Рязанов¹,
Е.В. Шейда^{1,2},
Г.К. Дускаев¹,
Ш.Г.Рахматуллин¹,
О.В. Кван¹ ✉

¹ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Российская Федерация

² Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация

✉ kwan111@yandex.ru

Поступила в редакцию:
14.04.2022

Одобрена после рецензирования:
01.08.2022

Принята к публикации:
16.08.2022

Research article


 creative commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-86-92

Vitaly A. Ryazanov,
Galimzhan K. Duskaev,
Gafiiulovich R. Shamil,
Olga V. Kvan ✉

¹ Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation

² Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

✉ kwan111@yandex.ru

Received by the editorial office:
14.04.2022

Accepted in revised:
01.08.2022

Accepted for publication:
16.08.2022

Оценка воздействия фитобиотических препаратов *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* на обменные процессы в модели рубца

РЕЗЮМЕ

Актуальность. От процессов ферментации в рубце жвачных животных зависит, насколько будут разовываться конечные метаболиты и их производные, необходимые для полноценного развития организма, высокоуровня продуктивности; также они влияют на уровень образования эндогенных веществ, в частности выбросы парниковых газов. Данные факты подводят нас к поиску новых кормовых средств, улучшающих метаболические процессы в рубце и пищеварительной системе в целом. Фитовещества могут послужить альтернативой традиционным добавкам. Цель исследования: изучить влияние *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* на образование метана, синтез летучих жирных кислот и азота, то есть на основные индикаторные показатели ферментативной активности рубца.

Методы. Объектом исследования являлась рубцовая жидкость, полученная от бычков казахской белоголовой породы в возрасте 9–10 месяцев, средней массой 225–230 кг (n = 4), с хронической фистулой рубца. Для исследования был приготовлен микрорацион, включающий 70% грубых кормов и 30% концентрированных кормов, в качестве субстрата, и сформированы девять опытных образцов: *Salviae folia* — 0,8; 1,6; 2,4 г/кг сухого вещества (СВ), *Scutellaria baicalensis* — 0,15; 0,2; 0,3 г/кг СВ, *Origanum vulgare* — 0,2; 0,3; 0,6 г/кг СВ рациона. Исследования производили методом *in vitro* с помощью установки-инкубатора «ANKOM Daisyll» по специализированной методике.

Результаты. Установлено, что при использовании фитовеществ *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis* больше образовалось уксусной и пропионовой кислоты, при использовании *Origanum vulgare* в различных дозировках произошло смещение в сторону образования пропионовой и валериановой кислот. Достоверно установлено образование большего количества микробного белка с применением *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* в различных дозировках. Метаногенез снижался в большей степени при использовании высших дозировок фитовеществ, независимо от источника.

Ключевые слова: листья шалфея, шлемник байкальский, трава душицы, азот, летучие жирные кислоты, метаногенез, метан, рубец, крупный рогатый скот

Для цитирования: Рязанов В.А., Шейда Е.В., Дускаев Г.К., Рахматуллин Ш.Г., Кван О.В. Оценка воздействия фитобиотических препаратов *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* на обменные процессы в модели рубца. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-86-92>

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

Assessment of the effect of phytobiotic drugs *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* on metabolic processes in the rumen model

ABSTRACT

Relevance. On the processes of fermentation in the rumen of ruminants depends, how much final metabolites and their derivatives will be formed, which are necessary for the full development of the body, the high level of productivity, those processes also affect the level of formation of endogenous substances, in particular greenhouse gas emissions. These facts lead us to the search for new feed products that improve the metabolic processes in the rumen and the digestive system as a whole. Phytochemicals can serve as an alternative to traditional feed additives. The purpose of the article was to study the effect of *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* on the formation of methane, the synthesis of volatile fatty acids and nitrogen, as the main indicators of the enzymatic activity of the rumen.

Methods. The object of the study was the rumen fluid obtained from bulls of the Kazakh white-headed breed, aged 9–10 months, with an average weight of 225–230 kg (n = 4) with a chronic fistula of the rumen. For the study, a microration was prepared, including 70% of roughage and 30% of concentrated feed as a substrate, and nine prototypes were formed: *Salviae folia* — 0.8; 1.6; 2.4 g/kg of dry matter (DM), *Scutellaria baicalensis* — 0.15; 0.2; 0.3 g/kg of DM, *Origanum vulgare* — 0.2; 0.3; 0.6 g/kg of DM of ration. The studies were carried out *in vitro* using the “ANKOM Daisyll” incubator and a specialized technique.

Results. It was found that with the use of phytochemicals *Salviae folia* and *Scutellaria baicalensis*, more acetic and propionic acids were formed, and with the use of *Origanum vulgare* in various dosages there was a shift towards formation of propionic and valeric acids. The formation of a larger amount of microbial protein has been reliably established with the use of *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* in various dosages. Methanogenesis decreased to a greater extent with the use of higher dosages of phytochemicals, regardless of the source.

Key words: *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare*, nitrogen, volatile fatty acids, methanogenesis, methane, rumen cattle

For citation: Ryazanov V.A., Sheida E.V., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V. Assessment of the effect of phytobiotic drugs *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* on metabolic processes in the rumen model <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-86-92> (In Russian).

© Ryazanov V.A., Sheida E.V., Duskaev G.K., Rakhmatullin Sh.G., Kvan O.V.

Введение/Introduction

Наращивание объемов производства выращивания и откорма крупного рогатого скота сопряжено со многими факторами, приводящими к развитию целого ряда заболеваний и, как следствие, снижению продуктивности животных [1]. В связи с этим актуальным является поиск новых веществ, способных снизить нагрузку на пищеварительный тракт животных без нарушения ферментативных процессов в рубце и без потери продуктивности. Одним из решений является использование в питании животных растительных препаратов [2], поскольку многие растения продуцируют вторичные метаболиты, такие как сапонины и дубильные вещества, которые обладают антимикробными свойствами. Эти соединения корректируют ферментацию в рубце и способствуют улучшению использования питательных веществ в организме животных [3–6]. Растительные препараты могут способствовать удовлетворению потребностей в питательных веществах, стимулировать эндокринную систему и влиять на промежуточный метаболизм питательных веществ [7, 8]. Одна из причин благотворного воздействия растительных экстрактов — их влияние на микробную ферментацию. Летучие жирные кислоты (ЛЖК) являются конечными продуктами микробной ферментации в рубце и важным энергетическим субстратом для жвачных животных. Использование добавок растений в рационе жвачных увеличивает общую концентрацию ЛЖК, что способствует улучшению перевариваемости питательных компонентов корма. Увеличение уровня введения хрена (с 0,17 до 1,7 г/л) линейно увеличивало общую концентрацию ЛЖК в рубцовой жидкости при исследованиях *in vitro* [9]. Когда тот же продукт скармливали крупному рогатому скоту, наблюдалось очень небольшое увеличение общего ЛЖК, но никакого изменения усвояемости корма [10]. Интересно отметить, что при даче в высоких концентрациях (3000 мг/л) фитовеществ, содержащих большое количество эфирных масел и их вторичных компонентов, снижалась общая концентрация ЛЖК по сравнению с контролем [11].

Использование растительных препаратов и активных веществ, входящих в их состав (фитобиотиков), может послужить заменой применению антибиотиков в животноводстве [12]. Скармливание фитобиотиков или препаратов на их основе крупному рогатому скоту способствует лучшей конверсии корма, улучшает азотистый метаболизм, в частности образование микробного белка, синтез летучих жирных кислот и общее состояние организма животного [13, 14]. В настоящее время происходит оценка воздействия растительных экстрактов и фитовеществ на образование метана в рубце, отмечается положительный эффект от их применения в части снижения концентрации парниковых газов. Фитобиотические препараты за счет наличия в них биологически активных веществ обладают противомикробными и противовоспалительными свойствами. Эти природные соединения модулируют ферментацию в желудочно-кишечном тракте, улучшая использование питательных веществ, и повышают продуктивность жвачных животных [15]. Биологически активные вещества растений контролируют процессы пищеварения и повышают уровень энергии без снижения потребления пищи, повышая продуктивность жвачных животных. Биоактивные вторичные растительные соединения добавок, такие как алкалоиды, флавоноиды, сапонины, дубильные вещества, фенольные соединения, терпеноиды и эфирные масла, улучшают белковый обмен и снижают выработку метана, уменьшают ацидоз, что

в итоге улучшает процессы ферментации в рубце [16]. Следовательно, пищевые добавки можно использовать для эффективного потребления питательных компонентов корма и стимуляции процессов метаболизма для повышения экономической эффективности при производстве говядины.

Широкий спектр свойств фитовеществ открывает нам широкий круг возможностей по изучению их воздействия на метаболизм в рубце жвачных. Из вышесказанного следует, что вопрос о применении фитовеществ в кормлении крупного рогатого скота остается открытым и требует дальнейших исследований.

Цель исследования: изучить влияние травы шалфея лекарственного (*Salviae folia*), шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) на образование метана, синтез летучих жирных кислот и азота, то есть основных индикаторных показателей ферментативной активности рубца.

Материалы и методы/Materials and methods

Объектом исследования являлась рубцовая жидкость (РЖ), полученная от бычков казахской белоголовой породы возрастом 9–10 месяцев, средней массой 225–230 кг ($n = 4$), с хронической фистулой рубца. Содержание животных и процедуры при выполнении экспериментов соответствовали требованиям инструкций и рекомендаций по выполнению биологических исследований [17, 18]. Были предприняты все усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить число используемых образцов.

Кормление подопытных животных было организовано с учетом рекомендаций и норм кормления сельскохозяйственных животных. Эксперимент проводился в четырех повторностях с использованием латинского квадрата 4×4 в лаборатории биологических испытаний и экспертиз ЦКП ФНЦ БСТ РАН. Отбор проб содержимого рубца производили спустя 12 часов после кормления через хроническую фистулу рубца («ANKOM», $d = 80$ мм) резиновым шлангом длиной 200 см и наружным диаметром 40 мм в термос объемом 3 литра. Транспортировку осуществляли в течении 30 минут, поддерживая температурный режим 38,5–39,5 °C.

Для исследования был приготовлен микрорацион, включающий 70% грубых кормов и 30% концентрированных кормов в качестве субстрата, и сформированы девять опытных образцов. В состав опытных образцов входили кормовые добавки из растительного сырья семейства Яснотковые:

Salviae folia (листья шалфея лекарственного) (АО «Красногорсклексредства», г. Красногорск, Московская область, Россия) — 0,8 г/кг, 1,6 г/кг, 2,4 г/кг СВ рациона;

Scutellaria baicalensis (корни шлемника байкальского) (ООО «Беловодье», г. Дзержинский, Московская область, Россия) — 0,15 г/кг, 0,2 г/кг, 0,3 г/кг СВ рациона;

Origanum vulgare (трава душицы обыкновенной) (ООО «Фирма «КИМА»», г. Барнаул, Алтайский край, Россия) — 0,2 г/кг, 0,3 г/кг, 0,6 г/кг СВ рациона.

Исследования производили методом *in vitro* с помощью установки-инкубатора «ANKOM DaisyII» (модификации D200 и D200I) по специализированной методике.

Образцы корма взвешивали по 500 мг и помещали в полиамидные мешочки. Затем мешочки помещались в инкубатор для инкубации при температуре +39,5 °C в течение 48 часов в смеси буферного раствора с рубцовой жидкостью. По окончании инкубации образцы промывались и высушивались при температуре +60 °C до константного веса.

Коэффициент переваримости сухого вещества *in vitro* вычисляли как разницу масс образца корма с мешочком до и после инкубации.

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

Уровень ЛЖК в содержимом рубца определяли методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием на хроматографе газовом «Кристаллюкс-4000М». Определение форм азота производили по ГОСТ 26180–84, измерение активности амилазы проводилось по Смит — Роу в модификации для определения высокой активности фермента по Ансону, данные выражали в мг расщепленного крахмала на 1 мл содержимого в течение 1 минуты (мг/мл/мин) [19]. Активность протеолитических ферментов определяли по количеству расщепленного казеина, очищенного по Гаммерстену при калориметрическом контроле (длина волны 450 нм) [20], данные выражали в мг/мл/мин. Методика основана на колориметрическом определении концентрации казеина на КФК-3. Численные данные были обработаны с помощью программы SPSS «Statistics 20» («IBM», США), рассчитывали средние (M), среднеквадратичные отклонения ($\pm\sigma$), ошибки стандартного отклонения ($\pm SE$). Достоверность определялась с использованием критерия Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

**Результаты и обсуждение/
Results and discussion**

Об эффективности использования фитобиотиков можно судить по количеству летучих жирных кислот, образующихся в рубце, непосредственно являющихся прямым источником энергии для организма. Установлено действие различных растительных экстрактов и вторичных метаболитов на ферментацию в течение 24 часов и показано, что высокие дозировки данных фитобиотиков снижали общую концентрацию ЛЖК и, как следствие, снижалась переваримость кормов [13, 21]. В нашем исследовании *in vitro* с использованием фитобиотиков были определено повышение концентрации ЛЖК (уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновые кислоты). Установлено, что при использовании кормовых добавок из растительного сырья: *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis* больше образовалось уксусной и пропионовой кислот, внесение *Origanum vulgare* в различных дозировках привело к смещению в сторону образования пропионовой и валериановой кислот. Аналогичные результаты были отмечены в исследованиях [22] при использовании различных фитовеществ.

Так, при использовании *Salviae folia* самые высокие значения кон-

центраций летучих жирных кислот отмечены для дозировки 1,6 г/кг СВ: уксусная — $7,3 \pm 0,004$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,01$); пропионовая — $4,6 \pm 0,007$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,01$); масляная — $5,8 \pm 0,002$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,05$); валериановая — $4,1 \pm 0,004$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,01$); капроновая — $1,4 \pm 0,002$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,05$) кислоты.

Концентрации летучих жирных кислот при использовании *Scutellaria baicalensis* были ниже для всех дозировок, за исключением капроновой кислоты, содержание которой значительно отличалось от остальных и было выше на 61,5%, чем в варианте с *Salviae folia*, и на 42,3% — чем в варианте с *Origanum vulgare*. При использовании *Origanum vulgare* в дозировке 0,2 г/кг СВ отмечено повышение концентраций пропионовой, масляной и валериановой кислот. Содержание пропионовой кислоты было выше на 7,7%, масляной — на 2,7%, валериановой — на 42,5% в сравнении с *Salviae folia*. Объем уксусной кислоты находился на том же уровне, что и в варианте с *Scutellaria baicalensis*, и составлял $1,6 \pm 0,003$ ммоль/100 мл ($P \leq 0,05$) (рис. 1).

От поступления и образования азотистых веществ в рубце зависит обеспеченность организма аминокисло-

Рис. 1. Концентрация выделенных летучих жирных кислот в рубцовой жидкости при использовании фитобиотиков, ммоль/100 мл

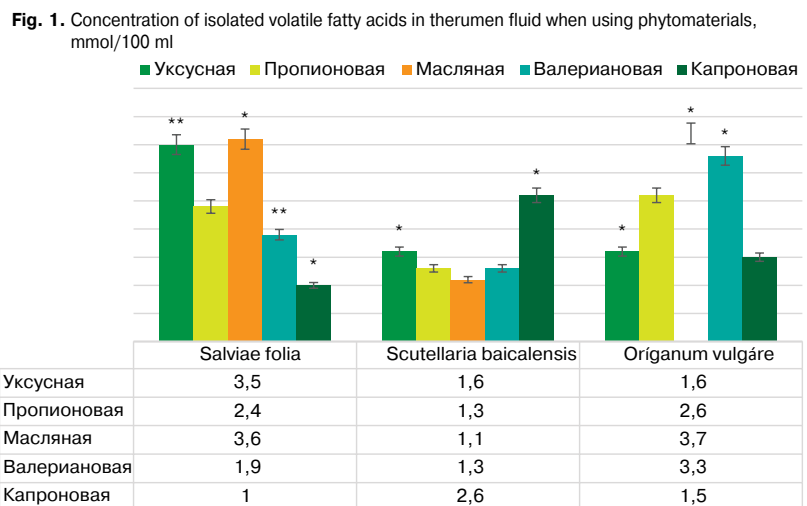


Таблица 1. Содержание азота в рубцовой жидкости *in vitro* при различных дозировках фитобиотиков, мг/%

Table 1. Nitrogen content in the rumen fluid *in vitro* at different dosages of phytochemicals, mg/%

Название препарата	Доза, г/кг СВ	Формы азота, мг/%				
		общий	небелковый	аммиачный	мочевинный	белковый
<i>Salviae folia</i>	0,8	86,1 \pm 1,4*	28,7 \pm 2,1	6,3 \pm 1,3*	6,38 \pm 1,0	57,4 \pm 0,9*
	1,6	72,1 \pm 1,8	37,1 \pm 1,3	5,95 \pm 0,5	6,0 \pm 0,8	35,0 \pm 1,2
	2,4	80,5 \pm 1,7*	31,5 \pm 1,4	5,95 \pm 1,1	4,88 \pm 1,6	49,0 \pm 1,1*
<i>Scutellaria baicalensis</i>	0,15	85,9 \pm 1,5*	36,6 \pm 1,2	6,1 \pm 1,4	6,2 \pm 1,4	49,3 \pm 1,7*
	0,2	83,0 \pm 1,6	36,2 \pm 2,5	5,9 \pm 1,0	4,7 \pm 1,3	46,8 \pm 1,4*
	0,3	84,3 \pm 1,5*	39,6 \pm 2,3*	6,23 \pm 1,2	5,8 \pm 1,6	44,7 \pm 1,3
<i>Origanum vulgare</i>	0,2	53,2 \pm 2,3	26,2 \pm 1,9	5,6 \pm 1,6	7,13 \pm 0,9	26,95 \pm 1,1
	0,3	89,6 \pm 1,4*	36,4 \pm 1,1	5,95 \pm 1,5	7,5 \pm 1,7	53,2 \pm 0,7*
	0,6	74,2 \pm 1,9*	23,1 \pm 0,9	6,65 \pm 1,8*	6,75 \pm 1,2	51,1 \pm 0,5*

Примечание: * — $p \leq 0,05$.

тами и синтез микробного белка. В нашем опыте наибольшее значение содержания общего и белкового азота установлено для дозировок 0,8 г/кг СВ *Salviae folia*, 0,15 г/кг СВ *Scutellaria baicalensis*, 0,3 г/кг СВ *Origanum vulgare*. Выявлено незначительное снижение аммиачной формы азота для дозировок 1,6 и 2,4 г/кг СВ *Salviae folia* — по сравнению с дозировкой 0,8 г/кг СВ разница составила 5,5%. При дозировках 0,2 и 0,3 г/кг СВ *Origanum vulgare* содержание мочевиной формы азота было выше на 5,3% и 10,0% соответственно, чем для дозировки 0,6 г/кг СВ (табл. 1).

Использование кормовых добавок из лекарственных растений в кормлении крупного рогатого скота может позволить повлиять на процессы метаногенеза и способствовать меньшим потерям энергии животным с переводом ее в продукцию организма, снижая эффект от выбросов парниковых газов. Исследование фитобиотиков растений из семейства Яснотковые *in vitro* позволило получить следующие данные по образованию метана: наибольшее значение концентрации отмечено для дозировки 1,6 г/кг СВ *Salviae folia* — выше, чем для дозировки 0,8 и 2,4 г/кг СВ в этой же группе, на 20,5% и 29,7% соответственно.

Стоит отметить, что в группе с использованием *Salviae folia* среднее значение концентрации метана было выше, чем в группах *Scutellaria baicalensis* и *Origanum vulgare*. При введении *Scutellaria baicalensis* в дозировке 0,3 г/кг СВ отмечалось самая низкая концентрация метана, так же, как и у *Origanum vulgare* в дозировке 0,6 г/кг СВ; разница составила 23,1%. В то же время среднее значение концентрации метана в группе *Origanum vulgare* в сравнении с *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis* было ниже на 32,4% и 26,5% соответственно (табл. 2).

Использование фитобиотических препаратов оказывало значительное влияние на течение ферментативных процессов в рубце (рис. 2). Так, при включении *Salviae folia* в дозировках 1,6; 0,8 и 2,4 г/кг активность амилазы увеличивалась на 80,6% ($p \leq 0,01$), 78,3% ($p \leq 0,05$) и 79,8% ($p \leq 0,01$) соответственно, относительно варианта с применением *Origanum vulgare* 0,6 г/кг. Использование *Scutellaria baicalensis* во всех дозировках также показало увеличение активности амилазы при сравнении с группой, получавшей *Origanum vulgare*; она составила 1340,0±6,24 – 1760,0±5,62 мг/мл/мин ($p \leq 0,05$). Самая низкая амилазная активность была отмечена в

Таблица 2. Концентрация метана с использованием фитобиотиков *in vitro*, г/м³, CO₂ е/г

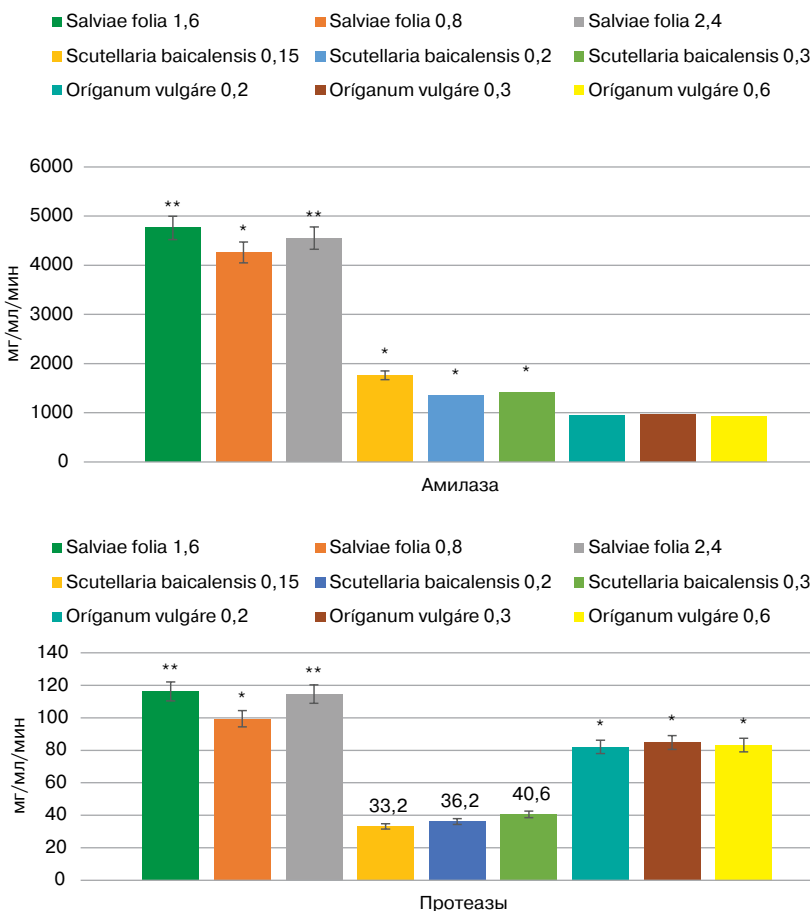
Table 2. Methane concentration using phytomaterials *in vitro*, g/m³, CO₂ e/g

Название	Доза, г/кг СВ	Концентрация метана CH ₄ <i>in vitro</i>	
		CH ₄ , г/м ³	Эквивалент CO ₂ е/г
<i>Salviae folia</i>	0,8	11,2±2,6*	280±1,2*
	1,6	14,1±3,2*	352,5±2,3
	2,4	9,9±2,3	247,5±1,9
<i>Scutellaria baicalensis</i>	0,15	10,4±2,4	260±3,4
	0,2	10,1±2,3*	252,5±1,6*
	0,3	5,3±1,2*	132,5±1,7*
<i>Origanum vulgare</i>	0,2	8,5±1,3**	213,8±2,4
	0,3	8,4±3,1*	210,8±1,1
	0,6	6,9±2,4*	174,8±1,8*

Примечание: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$.

Рис. 2. Активность пищеварительных ферментов, протеазы и амилазы, в рубцовой жидкости при использовании фитобиотиков, мг/мл/мин

Fig. 2. Activity of digestive enzymes in the rumen fluid when using phytomaterials, mg/ml/min



Примечание: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; при сравнении с группой, имеющей наименьшее значение по данному показателю

РЖ при включении *Origanum vulgare*, данный показатель составил 925,0±10,12 мг/мл/мин при дозировке 0,6 г/кг СВ, 950,0±21,4 мг/мл/мин — при дозировке 0,2 г/кг СВ и 970,0±18,8 мг/мл/мин — при дозировке 0,3 г/кг СВ.

Активность протеолитических ферментов была выше в опытных группах по сравнению с контролем. Использование в опыте *Origanum vulgare* в различных дозировках показало наименьший уровень активности проте-

азы, концентрация данного фермента в РЖ составила $33,2 \pm 2,36 - 40,6 \pm 4,1$ мг/мл/мин. Введение *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis* во всех изучаемых дозировках увеличивало данный показатель относительно группы с наименьшим значением на $66,6 - 71,4\%$ ($p \leq 0,01$) и $59,6 - 60,8\%$ ($p \leq 0,05$) соответственно.

Кормовые добавки из растительного сырья, богатого биологически активными веществами, способны смещать соотношение ацетата к бутирату подтверждена в исследовании [23], в котором говорится о способности фитонутриентов и фитобиотиков смещать ферментацию в сторону образования пропионата и бутирата с ингибированием метаногенеза. В нашем случае концентрация метана при использовании *Origanum vulgare* была ниже, чем при использовании *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis*. При изучении фитовеществ по способности снижения метаногенеза авторами [24] установлено, что в различных дозировках они способны снижать количество вырабатываемого метана и могут быть использованы в кормлении.

Оценка воздействия *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* на метаболизм различных форм азота в рубцовой жидкости, в частности на образование белковой формы, свидетельствует о нормализации протекающих микробиологических процессов. Из всех форм белкового азота, выделенного из рубцовой жидкости наибольшее значения отмечены: *Salviae folia* ($57,4 \pm 0,9\%$) ($P \leq 0,05$), *Scutellaria baicalensis* ($49,3 \pm 1,7\%$) ($P \leq 0,05$), *Origanum vulgare* ($53,2 \pm 0,7\%$) ($P \leq 0,05$). В другом исследовании [25] авторами получены схожие результаты, подтверждается, что в желудочно-кишечном тракте животных увеличилось усвоение небелкового азота при использовании рациона с добавлением растительных веществ.

Выработка метана у жвачных животных приводит к потере от 2 до 15% энергии, поступающей с пищей. Сокращение выработки метана в ротовой полости может улучшить продуктивность животных. В исследованиях показано значительное снижение выработки метана в рубце жвачных при использовании рациона из смешанных трав [26]. Также известно, что экстракты гвоздики и экстракт фенхеля ингибируют выработку метана *in vitro* [27].

Наши исследования показали, что самые высокие из изучаемых нами дозировок фитобиотиков семейства Яснотковые в большей степени снижают выработку метана. Такое действие фитобиотиков можно объяснить тем, что биологически активные вещества, входящие в их состав, могут изменять проницаемость клеточных мембран. Поскольку простейшие продуцируют большое количество водорода, метаногены прикрепляются к поверхностным простейшим для утилизации водорода [28].

Выводы/Conclusion

Кормовые добавки из растительного сырья *Salviae folia*, *Scutellaria baicalensis*, *Origanum vulgare* в различных дозировках оказывали неоднозначное влияние на обменные процессы в рубце. Фитобиотики, независимо от вида, снижают выработку метана в рубцовой жидкости, в большей степени метаногенез снижался при введении фитовеществ *Salviae folia* в дозировке 2,4 г/кг, *Scutellaria baicalensis* в дозировке 0,3 г/кг, *Origanum vulgare* в дозировке 0,а г/кг. Использование фитобиотиков *Salviae folia* и *Scutellaria baicalensis* способствовало большему повышению активности пищеварительных ферментов в рубцовой жидкости. Включение *Salviae folia* и *Origanum vulgare*, независимо от дозы вводимых веществ, повышало уровень азота и летучих жирных кислот в рубцовой жидкости.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РНФ №21-76-10014.

FUNDING

The study was carried out with the financial support of the project RNF №21-76-10014.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Benedict KM, Gow SP, McAllister TA, Booker CW, Hannon SJ, Checkley SL. Antimicrobial resistance in escherichia coli recovered from feedlot cattle and associations with antimicrobial use. *PLoS ONE*. 2015;10(12): e0143995. doi:10.1371/journal.pone.0143995
2. Wallace RJ. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 2004;63:621-629.
3. Atlanderova K., Makaeva A., Rysaev A., Nurzhanov B., Duskaev G., Rayzanov V. The effect of medicinal extracts on microflora and enzymatic processes of calf rumen. *Journal of Animal Science*. 2020;98(4):258. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa278.466>
4. Hristov AN, Mcallister TA, Van Herk FH, Cheng KJ, Newbold CJ, Cheek PR. Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *J. Anim. Sci.* 1999;77:2554-2563.
5. Karimov I, Kondrashova K, Duskaev G, Kvan O. Evaluation of effects of rumen fluid in combination with probiotic preparations and vanillin on the luminescence of a recombinant strain *E. coli*. *E3S Web of Conferences*, 2020. 143, 02034. DOI 10.1051/e3sconf/202014302034
6. Wallace RJ. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 2004;63:621-629.

REFERENCES

1. Benedict KM, Gow SP, McAllister TA, Booker CW, Hannon SJ, Checkley SL. Antimicrobial resistance in escherichia coli recovered from feedlot cattle and associations with antimicrobial use. *PLoS ONE*. 2015;10(12): e0143995. doi:10.1371/journal.pone.0143995
2. Wallace RJ. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 2004;63:621-629.
3. Atlanderova K., Makaeva A., Rysaev A., Nurzhanov B., Duskaev G., Rayzanov V. The effect of medicinal extracts on microflora and enzymatic processes of calf rumen. *Journal of Animal Science*. 2020;98(4):258. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa278.466>
4. Hristov AN, Mcallister TA, Van Herk FH, Cheng KJ, Newbold CJ, Cheek PR. Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *J. Anim. Sci.* 1999;77:2554-2563.
5. Karimov I, Kondrashova K, Duskaev G, Kvan O. Evaluation of effects of rumen fluid in combination with probiotic preparations and vanillin on the luminescence of a recombinant strain *E. coli*. *E3S Web of Conferences*, 2020. 143, 02034. DOI 10.1051/e3sconf/202014302034
6. Wallace RJ. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 2004;63:621-629.

7. Wang Y, McAllister TA, Newbold CJ, Rode LM, Cheeke PR, Cheng KJ. Effects of extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen stimulation technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1998;74:143-153.
8. Wenk C. Why all discussion about herbs? *Biotechn in the feed industry.* 2000;79-96.
9. Mohammad N, Ajisaka N, Lila ZA, Mikuni K, Hara K, Kanda S, Itabashi H. Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation in vitro and in stress. *J. Anim. Sci.* 2004;82:1839-1846.
10. Castillejos L, Calsamigkia S, Ferret A, Losa R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2005;119:29-41.
11. Christaki E, Bonos E, Giannenas I, Florou-Paneri P. A review: aromatic plants as a source of bioactive compounds. *Agric.* 2012;2:228-243.
12. Logachev K, Karimov I, Duskaev G, Frolov A, Tulebaev S, Zav'yalov O. Study of intercellular interaction of ruminal microorganisms of beef cattle. *Asian Journal of Animal Sciences*, 2015. 9 (5), pp. 248-253. DOI 10.3923/ajas.2015.248.253
13. Pashtetsky V, Ostapchuk P, Kuevda T, Zubochenko D, Yemelianov S, Uppe V. Use of phytochemicals in animal husbandry and poultry. Shamtshyan M and Ignateva S, editors. *E3S Web of Conferences: International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2020)*. 2020;27-29. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021502002>
14. Tajodini M, Moghbeli P, Hashem S, Mohaddese E. The effect of medicinal plants as a feed additive in ruminant nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2014;4:681-686.
15. Kumar R, Kumar BA. New claims in folk veterinary medicines from Uttar Pradesh, India. *J. Ethnopharmacol.* 2013;146:581-593. doi: [org/10.1016/j.jep.2013.01.030](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.01.030).
16. Singh PK. An Overview of Feed Additives. In *Animal Feed Additives*. New India Publishing Agency, New Delhi - 110034, India. 2015;1-13.
17. Сарымсакова БЕ, Розенсон РИ, Баттакова ЖЕ. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007. 98 с. [Accessed 2 March 2022].
18. Веселова ТА, Мальцева АА, Швецов ИМ. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018. 187с.
19. Батоев ЦЖ. Динамика сокоотделения и выделение ферментов поджелудочной железы у птиц. *Физиологический журнал СССР имени И.М. Сеченова.* 1972;58(11):1771-1773.
20. Батоев ЦЖ. Фотометрическое определение активности протеолитических ферментов поджелудочного сока по уменьшению концентрации казеина. *Вопросы физиологии и патологии животных: Сборник трудов Бурятского государственного сельскохозяйственного института.* 1971;25:22-26.
21. Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 2006;89:761-771.
22. Ghimire S, Kohn RA, Gregorini P, White RR, Hanigan MD. Representing interconversions among volatile fatty acids in the Molly cow model. *J. Dairy Sci.* 2017;100(5):3658-3671. doi: 10.3168/jds.2016-11858.
23. Oh J, Wall EH, Bravo DM, Hristov AN. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *J. Dairy Sci.* 2017;100(7):5974-5983. doi: 10.3168/jds.2016-12341.
24. Akanmu AM, Hassen A, Adejoro AF. Haematology and Serum Biochemical Indices of Lambs Supplemented with *Moringa oleifera*, *Jatropha curcas* and *Aloe vera* Leaf Extract as Anti-Methanogenic Additives. *Antibiotics (Basel)*. 2020;9(9):601. doi:10.3390/antibiotics9090601
25. Aguilar-Hernández JA, Urías-Estrada JD, López-Soto MA, Barreras A, Plascencia A, Montaño M, González-Vizcarra VM, Estrada-Angulo A, Castro-Pérez BI, Barajas R, Rogge HI, Zinn RA. Evaluation of isoquinoline alkaloid supplementation levels on ruminal fermentation, characteristics of digestion, and microbial protein synthesis in steers fed a high-energy diet. *J. Anim. Sci.* 2016;94(1):267-74. doi: 10.2527/jas.2015-9376
26. Garcia-Gonzalez R, Lopez S, Fernandez M, Gonzalez JS. Dose-response effects of *Rheum officinale* root and *Frangula alnus* bark on ruminal methane production in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2008;145:319-334.
7. Wang Y, McAllister TA, Newbold CJ, Rode LM, Cheeke PR, Cheng KJ. Effects of extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen stimulation technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1998;74:143-153.
8. Wenk C. Why all discussion about herbs? *Biotechn in the feed industry.* 2000;79-96.
9. Mohammad N, Ajisaka N, Lila ZA, Mikuni K, Hara K, Kanda S, Itabashi H. Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation in vitro and in stress. *J. Anim. Sci.* 2004;82:1839-1846.
10. Castillejos L, Calsamigkia S, Ferret A, Losa R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2005;119:29-41.
11. Christaki E, Bonos E, Giannenas I, Florou-Paneri P. A review: aromatic plants as a source of bioactive compounds. *Agric.* 2012;2:228-243.
12. Logachev K, Karimov I, Duskaev G, Frolov A, Tulebaev S, Zav'yalov O. Study of intercellular interaction of ruminal microorganisms of beef cattle. *Asian Journal of Animal Sciences*, 2015. 9 (5), pp. 248-253. DOI 10.3923/ajas.2015.248.253
13. Pashtetsky V, Ostapchuk P, Kuevda T, Zubochenko D, Yemelianov S, Uppe V. Use of phytochemicals in animal husbandry and poultry. Shamtshyan M and Ignateva S, editors. *E3S Web of Conferences: International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2020)*. 2020;27-29. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021502002>
14. Tajodini M, Moghbeli P, Hashem S, Mohaddese E. The effect of medicinal plants as a feed additive in ruminant nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2014;4:681-686.
15. Kumar R, Kumar BA. New claims in folk veterinary medicines from Uttar Pradesh, India. *J. Ethnopharmacol.* 2013;146:581-593. doi: [org/10.1016/j.jep.2013.01.030](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.01.030).
16. Singh PK. An Overview of Feed Additives. In *Animal Feed Additives*. New India Publishing Agency, New Delhi - 110034, India. 2015;1-13.
17. Сарымсакова БЕ, Розенсон РИ, Баттакова ЖЕ. Руководство по этике научных исследований: методические рекомендации. Астана. 2007. 98 с. [Accessed 2 March 2022].
18. Веселова ТА, Мальцева АА, Швецов ИМ. Биоэтические проблемы в биологических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие в электронном виде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2018. 187с.
19. Батоев ЦЖ. Динамика сокоотделения и выделение ферментов поджелудочной железы у птиц. *Физиологический журнал СССР имени И.М. Сеченова.* 1972;58(11):1771-1773.
20. Батоев ЦЖ. Фотометрическое определение активности протеолитических ферментов поджелудочного сока по уменьшению концентрации казеина. *Вопросы физиологии и патологии животных: Сборник трудов Бурятского государственного сельскохозяйственного института.* 1971;25:22-26.
21. Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 2006;89:761-771.
22. Ghimire S, Kohn RA, Gregorini P, White RR, Hanigan MD. Representing interconversions among volatile fatty acids in the Molly cow model. *J. Dairy Sci.* 2017;100(5):3658-3671. doi: 10.3168/jds.2016-11858.
23. Oh J, Wall EH, Bravo DM, Hristov AN. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *J. Dairy Sci.* 2017;100(7):5974-5983. doi: 10.3168/jds.2016-12341.
24. Akanmu AM, Hassen A, Adejoro AF. Haematology and Serum Biochemical Indices of Lambs Supplemented with *Moringa oleifera*, *Jatropha curcas* and *Aloe vera* Leaf Extract as Anti-Methanogenic Additives. *Antibiotics (Basel)*. 2020;9(9):601. doi:10.3390/antibiotics9090601
25. Aguilar-Hernández JA, Urías-Estrada JD, López-Soto MA, Barreras A, Plascencia A, Montaño M, González-Vizcarra VM, Estrada-Angulo A, Castro-Pérez BI, Barajas R, Rogge HI, Zinn RA. Evaluation of isoquinoline alkaloid supplementation levels on ruminal fermentation, characteristics of digestion, and microbial protein synthesis in steers fed a high-energy diet. *J. Anim. Sci.* 2016;94(1):267-74. doi: 10.2527/jas.2015-9376
26. Garcia-Gonzalez R, Lopez S, Fernandez M, Gonzalez JS. Dose-response effects of *Rheum officinale* root and *Frangula alnus* bark on ruminal methane production in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2008;145:319-334.

27. Patra AK, Kamra DN, Agarwal N. Effect of spices on rumen fermentation, methanogenesis and protozoa counts *in vitro* gas production test. *Conf. Greenhouse Gases Anim. Agric. ETH Zurich, Zurich, Switzerland*. 2005;115-118.

28. Lee SC, Lee HJ, Oh YK. Methane production from enteric fermentation in ruminants. *Asian-australas J. Anim. Sci.* 2000;13:171-181.

27. Patra AK, Kamra DN, Agarwal N. Effect of spices on rumen fermentation, methanogenesis and protozoa counts *in vitro* gas production test. *Conf. Greenhouse Gases Anim. Agric. ETH Zurich, Zurich, Switzerland*. 2005;115-118.

28. Lee SC, Lee HJ, Oh YK. Methane production from enteric fermentation in ruminants. *Asian-australas J. Anim. Sci.* 2000;13:171-181.

ОБ АВТОРАХ:

Виталий Александрович Рязанов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 (922) 807-71-00, <https://doi.org/0000-0003-0903-9561> e-mail: vita7456@yandex.ru

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 (35-32) 30-81-70, <https://doi.org/0000-0002-9015-8367> e-mail: gduskaev@mail.ru,

Елена Владимировна Шейда, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, ул. 9 Января, 2, Оренбург, 460000, Российская Федерация; старший научный сотрудник института биоэлементологии, Оренбургский государственный университет, 13, пр. Победы, Оренбург, 460018, Российская Федерация, тел.: +7 (922) 862-64-02, <https://doi.org/0000-0002-2586-613X>. e-mail: elena-shejjda@mail.ru,

Шамиль Гафиуллинович Рахматуллин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 29, ул. 9 Января, Оренбург, 460000, Российская Федерация, тел.: +7 (922) 815-72-25, <https://doi.org/0000-0003-0143-9499> e-mail: shahm2005@rambler.ru,

Ольга Вилориевна Кван, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: +7 (922) 548-56-57, <https://doi.org/0000-0002-0561-7002> e-mail: kwan111@yandex.ru,

ABOUT THE AUTHORS:

Vitaly Aleksandrovich Ryazanov, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Department of Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29, January 9 str., Orenburg, 460000, Russian Federation, tel.: +7 (922) 807-71-00, <https://doi.org/0000-0003-0903-9561> e-mail: vita7456@yandex.ru

Galimzhan Kalikhanovich Duskaev, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29, January 9 str., Orenburg, 460000, Russian Federation, tel.: +7 (35-32) 30-81-70, <https://doi.org/0000-0002-9015-8367> e-mail: gduskaev@mail.ru,

Elena Vladimirovna Sheida, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory of Biological Tests and Examinations, Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9, Orenburg, 460000, Russian Federation; Senior Researcher at the Institute of Bioelementology, Orenburg State University, 13, Pobedy Ave., , Orenburg, 460018, Russian Federation, tel.: +7 (922) 862-64-02, <https://doi.org/0000-0002-2586-613X> . e-mail: elena-shejjda@mail.ru ,

Shamil Gafiuilovich Rakhmatullin, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the S.G. Leushin Department of Animal Feeding and Feed Technology, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9 str., Orenburg, 460000, Russian Federation tel.: +7 (922) 815-72-25, <https://doi.org/0000-0003-0143-9499> e-mail: shahm2005@rambler.ru,

Olga Vilorievna Kvan, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the S.G. Leushin Department of Animal Feeding and Feed Technology, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, January 9 str., Orenburg, 460000, Russian Federation, tel.: +7 (922) 548-56-57, <https://doi.org/0000-0002-0561-7002> e-mail: kwan111@yandex.ru,

УДК 636.082.22.

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97

С.Ю. Харлап¹, ✉
М.Б. Ребезов^{1,2},
С.А. Гриценко³,
С.Л. Сафронов⁴,
И.В. Бобылева³,
В.В. Журавель⁴

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

³ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ proffuniver@yandex.ru

Поступила в редакцию:
06.06.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97

Svetlana Yu. Harlap¹, ✉
Maksim B. Rebezov^{1,2},
Svetlana A. Gritsenko³,
Sergey L. Safronov⁴,
Irina V. Bobyleva³,
Vitaly V. Zhuravel³

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

² V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

⁴ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

✉ proffuniver@yandex.ru

Received by the editorial office:
06.06.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Динамика воспроизводительных качеств коров в зависимости от длительности использования

РЕЗЮМЕ

Уральский тип отечественной черно-пестрой породы отличается высокими показателями продуктивности, хорошей пригодностью к использованию в условиях промышленной технологии молока, но длительность его продуктивного долголетия составляет 2,4–2,6 лактации, хотя в стадах имеется поголовье коров с продолжительностью использования до 10 лактаций. Снижение продуктивного долголетия связано в частности с их воспроизводительными качествами. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее устойчивыми к длительному использованию в условиях молочных комплексов промышленного производства молока племенных репродукторов оказались коровы линии Силинг Трайджун Рокита, продолжительность продуктивного периода у которых составляет 4,0 лактации. В других линиях она колебалась от 1,8 (линия Пабст Говернера) до 2,5 (линия Монтвик Чифтейна) лактаций. Низкий коэффициент воспроизводительной способности (менее 0,95) указывает на имеющиеся проблемы с воспроизводством в стаде. Современный голштинизированный черно-пестрый скот, разводимый в Свердловской области, обладает высокими племенными качествами. Потенциал их использования достаточно высок и, несмотря на определенные проблемы с воспроизводством, они могут длительное время продуктировать в эколого-кормовых условиях зоны разведения.

Ключевые слова: productive period, cows, genotype, milk productivity, productive longevity

Для цитирования: Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Гриценко С.А., Сафронов С.Л., Бобылева И.В., Журавель В.В. Динамика воспроизводительных качеств коров в зависимости от длительности использования. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>

© Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Гриценко С.А., Сафронов С.Л., Бобылева И.В., Журавель В.В.

Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity

ABSTRACT

The Ural type of the domestic black-and-white mottled breed features high productivity rates, good suitability for industrial milking technology, but the duration of its productive longevity is 2.4–2.6 lactations only, although in herds there are cows with productive longevity up to 10 lactations. The decline in productive longevity is associated in particular with reproductive qualities. As a result of the research, it was found that the Sealing Trijun Rockit cows proved to be the most resistant to their long use within the conditions of dairy farms for industrial milk production of pedigree reproducers; their productive longevity was 4.0 lactation. In other lines the productive longevity ranged from 1.8 (Pabst Governor line) to 2.5 (Montvic Chieftain line) lactations. A low fertility rate (less than 0.95) proves the existence of reproduction problems in the herd. Modern Holsteinized black-and-white mottled cattle bred in the Sverdlovsk region has high breeding qualities. The potential of their use is quite high and, despite certain reproduction problems, they are able to produce for a long time in the ecological and forage conditions of their breeding zone.

Key words: productive period, cows, genotype, milk productivity, productive longevity

For citation: Harlap S.Yu., Rebezov M.B., Bobyleva I.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Zhuravel V.V. Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>

© Harlap S.Yu., Rebezov M.B., Bobyleva I.V., Safronov S.L., Gritsenko S.A., Zhuravel V.V.

Introduction

Food safety in any country imposes large challenges for farmers to increase production and improve the quality of agricultural products, including those of animal origin [1–5]. Great importance is referred to the development of dairy farming as a branch of animal husbandry, where the national economics gets milk — the valuable food product and raw material for the food industry [6–9]. For its production, highly productive dairy cattle are used; the main livestock is represented by related breeds of Dutch origin — Holstein, black-and-white mottled, etc. [8–12].

The gene pool of the Holstein breed, which is considered the best dairy breed in the world, for more than four decades has been widely used and continues to be used to improve domestic livestock, including the black-and-white mottled breed in order to increase plentiful milk yield and improve technological characteristics in industrial production [13–17].

A large array of Holsteinized black-and-white mottled cattle has been created with a high share of Holstein breed genetics. These cattle feature economically useful traits and phenotypic characteristics depending on the breeding region and breed resources used for cattle crossing. An increase in breeding stock productivity led to decline in productive longevity due to a decrease in the cows reproductive functions. In Sverdlovsk region the Ural type of Holsteinized black-and-white mottled cattle is used. The average productive longevity in agricultural enterprises varied within the range of 2.4–2.6 lactations with the service period over 120 days. When breeding, the farms used world gene pool of Holstein servicing bulls and breed the cattle by the breeding lines, including the Holstein breed line. Assessment of the reproductive qualities of cows depending on the breeding line and productive longevity is relevant and of practical importance.

Materials and method

The objects of research were cows of Holsteinized black-and-white mottled cattle. The studies were run in pedigree cattle breeding farms for Holsteinized black-and-white mottled cattle of the Ural type of Sverdlovsk region.

The research included all cows who finished lactating. The data of zootechnical and veterinary records of the IAS “SELEX-Dairy Cattle” database were used. Milk yield for 305 days of lactation, MFF and MFP in milk were taken into account. Milk yield per lactation was assessed by control

milking once a month, the quality indicators of milk were determined in average milk sample from each cow once per month in the dairy laboratory of the Uralplemcenter. The reproductive qualities of cows were assessed by duration of their service period, the calving interval, the frequency of inseminations, the coefficient of reproductive capability

Figure 1. The ratio of cows of different lines in the pedigree cattle breeding Farms of Sverdlovsk region, %

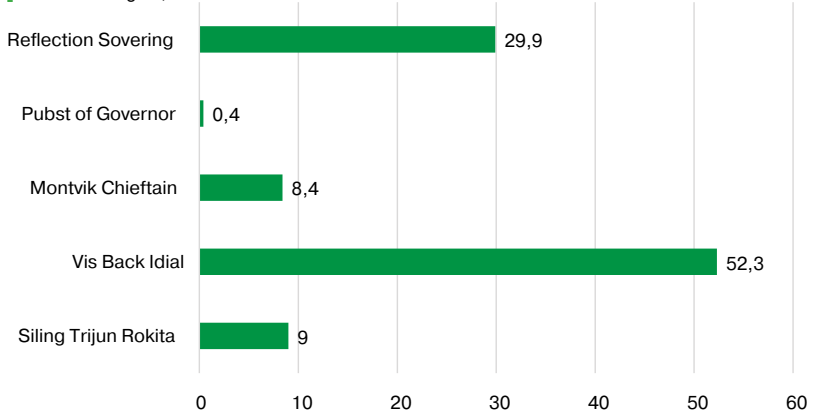
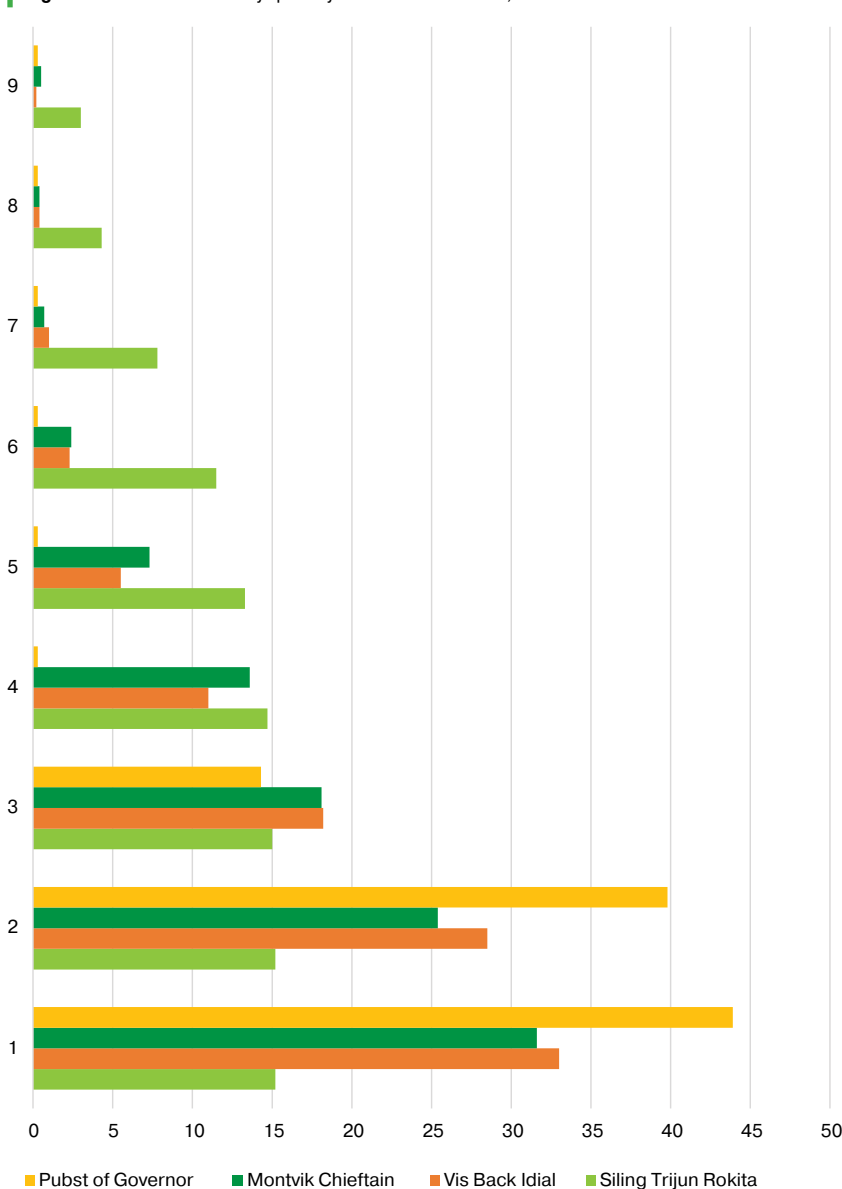


Figure 2. Structure of line by quantity of cows in lactations, %



(CRC) and the fertility index (FI of Doha) in the context of lactations. The animals were divided into groups depending on their linear origin: group 1 — Vis Back Ideal line; group 2 — Montvik Chieftain line; group 3 — Pabst Governor line; group 4 — Refaecti Soverinccline; group 5e— Sealing Trijun Rockit line.

Results and discussion

The ratio of cows along the lines is shown below in the diagram (Figure 1).

The figure clearly shows that in pedigree cattle breeding farms, animals belonging to two lines — Vis Back Idial and Reflection Sovering — are used in greater extent — 52.3 and 29.9%, respectively. 9.0 and 8.4% are cows belonging to the Sealing Trijun Rockit ane Montvik Chieftaia lines. Cows from thei Pubst of Governor line amounted only to 0.4%.

Each line contains cows of different ages. Data on the percentage of animals depending on age in lactation is presented in Figure 2.

The ratio of cows of different ages depends on their affiliation to one or another breeding line, which is obviously seen in the figure. Cows of the Siling Trijun Rokita line proved to be the most resistant to long-term use in conditions of dairy farm complexes for industrial milk production of pedigree cattle breeding farms, the productive longevity amounted for 4.0 lactation. In other lines, the producti longevity ranged from 1.8 (Pubst Governor line) to 2.5 (Montvik Chieftain line) lactations.

The dynamics of cows' milk yield by lactation is interesting, as it's necessary to assess their ability to sustain productive qualities with age and to assess the relation of productive longevity with productive qualities (Figure 3).

The figure obviously shows that the cows of the first three lines feature a general pattern of increasing milk yield till their mature lactation. The cows of Pubst of Governor line showed the highest productivity at the 9th lactation, which is most likely related to small number of cows and their selection for milk yield and lactation duration. However, it can be noted that they increase milk yield for a longer time to the 4–5th lactation, but it is lower than milk yield of cows of other lines. The Reflection Sovering cows showed the best milk yield at the 2nd lactations. Further, all lines showed stable milk yields, but the slight decrease was observed among the mature cows at their 3–4th lactations with minor

Figure 3. Dynamics of milk yield per lactation of cows depending on lactation, kg

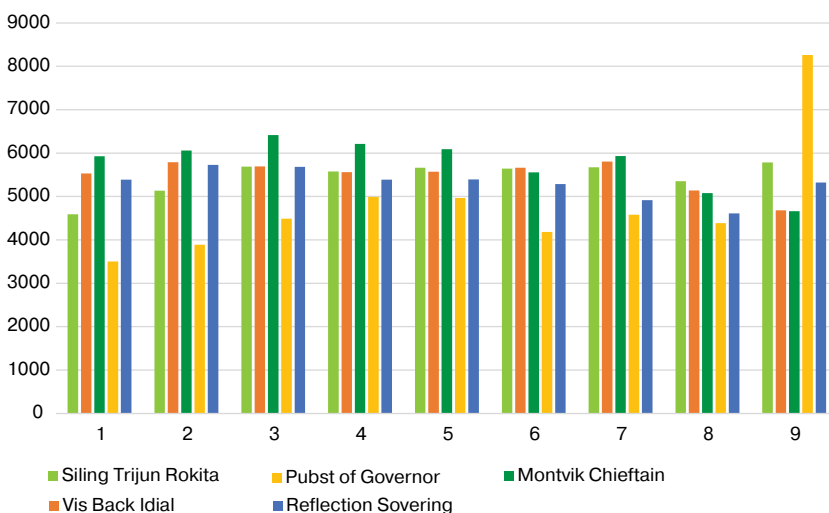


Figure 4. Duration of the service period and calving interval in cows by lactation, days



Figure 5. Frequency rate of insemination and coefficient of reproductive capability of cows by lines

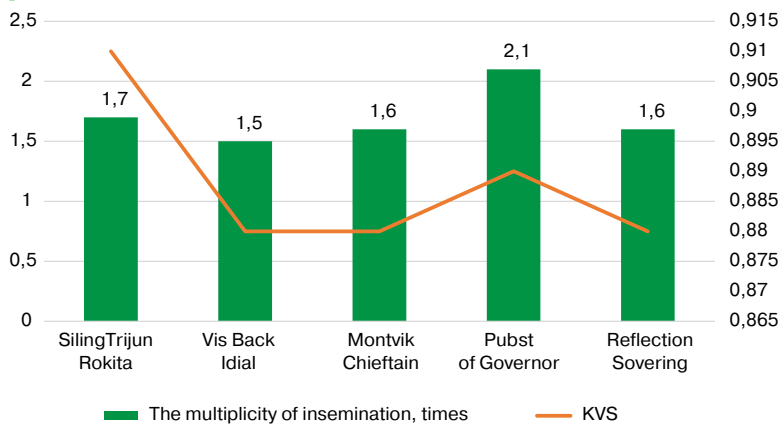
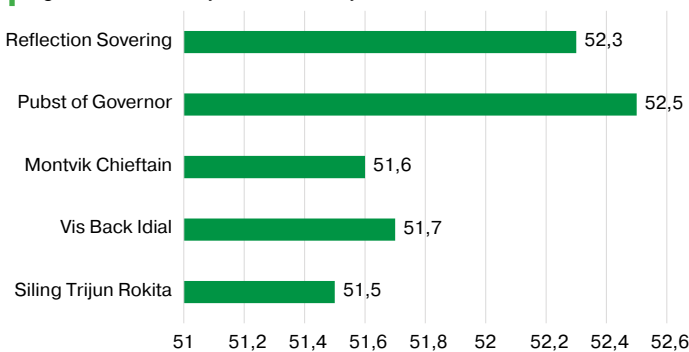


Figure 6. Cows fertility index of cows by lines, %



fluctuations to higher or lower yield, which is explained by rejection of low-yielding cows.

In the herd the milk yield per lactation was higher than the milk yield per 305 days of lactation on average by 284 kg or 4.9% due to longer lactation, which is interrelated with the service period duration (Figure 4).

As a result of the analysis of data on duration of the service period and calving interval, it was found that they exceed the optimal duration in all groups of cows along the lines and in cows of different ages. The shortest service and calving intervals were recorded among the cows of Siling Trijun Rokita line, which allows drawing a conclusion on influence of reproduction on productive longevity of cows in the herd. Among the cows of the Montvik Chieftain line they were the longest, which affected the milk yield per lactation, but also led to decline of productive longevity to 2.5 lactations, which

is 1.5 lactations less than among Siling Trijun Rokita cows.

The decrease in the reproductive functions of cows is also confirmed by such indicators as the frequency of insemination and the coefficient of reproductive capability, which are presented below in Figure 5 by lines on average.

The frequency of insemination in cows of all lines, with the exception of animals of the Pubst of Governor line, where it exceeds 2 times. This leads to an overuse of semen doses and an increase in the cost of obtaining a calf. The low index of reproductive capability (less than 0.95) indicates existing problems with reproduction in the herd, which leads to a decrease in the duration of productive use of cows in the herd as a whole. The best indicators of this coefficient were established in the group of cows of the Siling Trijun Rokita line, the duration of productive use of which is 4.0 lactation.

The cow fertility index (Doha index) is an indicator reflecting the female fertility for life. The data of this indicator for the lines of Holsteinized black-and-white mottled cattle used in pedigree breeding farms of Sverdlovsk region is shown below in Figure 6.

It follows from the figure above that the fertility of cows in the herd is quite good, since the fertility index of cows exceeds 48%. Thus, it is possible to conclude that the potential of the livestock is quite high for selection, and this livestock can be used for a long time both for milk production and for production of offspring.

Conclusion

Therefore, it can be concluded that the modern Holsteinized black-and-white mottled cattle bred in the Sverdlovsk region possesses high breeding qualities, which is confirmed by their productive qualities. The potential of their use is quite high and, despite certain problems with reproduction, they can produce milk for a long time in the environmental and forage conditions of the breeding zone.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

- Maksimova R. A., Ermolova E. M., Kosilov V. I. Dairy productivity of dairy cows when using feed additives in the diet. *Theory and practice of modern agricultural science. Collection of the V National (All-Russian) scientific conference with international participation.* Novosibirsk, 2022. 889-892 (In Russian).
- Komarova N. K., Kosilov V. I., Nikonova E. A. The effect of laser irradiation on dairy productivity of cows. *Science and innovation in the XXI century: current issues, achievements and development trends. Materials of the scientific and practical conference* (Republic of Tajikistan, Tajik Agrarian University). 2017. 199-202 (In Russian).

- Kosilov V. I., Komarova N. K. Dairy productivity of cows of different body types after laser irradiation of the udder. *The current state and further direction of breeding work in animal husbandry in Western Kazakhstan. International scientific and Practical conference* (Republic of Kazakhstan, West Kazakhstan Agrarian University). 1999. 54-55 (In Russian).
- Yuldysbaev Yu. A., Kosilov V. I., Kubatbekov T. S., Sedykh T. A., Kalyakina R. G., Savchuk S. V. Nutritional value of meat products of young stock of black-and-white breed and its crosses with Holstein. *Agrarian science.* 2021;(7-8):37-40. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-37-40>
- Ventsova I. Yu., Vostroilov A. V., Safonov V. A. Effects of

physiological stress during pregnancy on adaptation processes in imported cows during postpartum and dry periods. *17th International Conference on Production Diseases in Farm Animals (ICPD 2019)*. 2019. 110.

6. Morozova *et al.* Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. 12:2181-2190 doi:10.31838/ijpr/2020.SP1.319

7. Gorelik O. V., Kosilov V. I., Mkrtychyan G. V., Mekhtieva K. S., Bakai F. R. Spin age-dependent correlation between live weight and milk yield of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 839(3) doi:10.1088/1755-1315/839/3/032004

8. Gorelik A. S., Nesterenko A. A., Arkanov P. V., Vagapova O. A., Melnikova E. Dairy productivity of cows — daughters of bull producers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677(2) doi:10.1088/1755-1315/677/2/022113

9. Gorelik O. V., Rebezov M. B., Nikolaeva N. V. Economic and useful qualities of cows depending on the bloodline of the Holstein breed. *Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products. Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference*. Cheboksary, 2021. 436-442. (In Russian).

10. Gorelik O. V., Rebezov M. B., Khairullin M. F. Dynamics of milk productivity and service period for lactation in cows of the Vis Bek Ideal line. *Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products. Collection of materials of the V International Scientific and Practical Conference*. Cheboksary, 2021. 431-436. (In Russian).

11. Harlap S. Yu. Gorelik A. S., Bitkeeva M. A., Demina N. A., Mullaagulova G. M. Dynamics of correlation coefficients of economic and

productive characteristics depending on the age of cows. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254 doi:10.1051/e3sconf/202125408023

12. Likhodeevskaya O. E., Lihodeevskaya O. A., Gorelik O. V., Makarova T. N., Timinskaya I. A. Comparative assessment of productive qualities of holsteinized black-and-white cattle by lines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012082

13. Gorelik O. V., Pavlova J. S., Shvetchikhina T. Y., Arapova O. A., Ponomareva L. F. The relationship of economic and useful traits in the ural type cows of the black-and-white breed. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254 doi:10.1051/e3sconf/202125408026

14. Fedoseeva N. A., Gorelik O. V., Gorelik A. S., Beloukov A. A., Mizhevikhina A. S. Evaluation of the efficiency of using black-mottled cows of the Ural type. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677(2) doi:10.1088/1755-1315/677/2/022105

15. Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D., Kosilov V. I. and Gabidulin V. M. The state of polymorphism of genes affecting the meat quality in micropopulations of meat simmentals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 624(1) doi:10.1088/1755-1315/624/1/012045

16. Mikolaychik I. N., Gorelik O. V., Nenahov V. V., Morozova L. A., Safronov S. L. The relationship between the duration of the service period and the milk yield of the holsteinized black-mottled breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677(4) doi:10.1088/1755-1315/677/4/042016

17. Nusupov A. M., Sambetbaev A. A., Kozhebaev B. Z., Nurzhanova K. H., Gorelik O. V. A comparison of the milk yield and morphometrics of irtys type simmental cows and their holstein and simmental crosses in east Kazakhstan. *Biodiversitas*. 2021. 22(9):3663-3670 doi:10.13057/biodiv/d220908

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Юрьевна Харлап, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация;

<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

E-mail: proffuniver@yandex.ru

Максим Борисович Ребезов^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных наук, профессор

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатого Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

E-mail: rebezov@ya.ru

Светлана Анатольевна Гриценко, доктор биологических наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

E-mail: zf.usavm@mail.ru

Сергей Леонидович Сафронов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург

<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

E-mail: safronovsl@list.ru

Ирина Валерьевна Бобылева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-6344-8601>

Виталий Васильевич Журавель, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-5212-6631>

E-mail: zhu123456@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Yurievna Kharlap, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

E-mail: proffuniver@yandex.ru

Maksim Borisovich Rebezov^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences, candidate of veterinary sciences, Professor

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

E-mail: rebezov@ya.ru

Svetlana Anatolyevna Gritsenko, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-2334-4925>

E-mail: zf.usavm@mail.ru

Sergey Leonidovich Safronov, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

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

<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

E-mail: safronovsl@list.ru

Irina Valeryevna Bobyleva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6344-8601>

Vitaly Vasilyevich Zhuravel, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-5212-6631>

E-mail: zhu123456@mail.ru

А.А. Белооков¹, ✉
О.В. Белоокова¹,
Е.В. Чухутин¹,
О.В. Горелик^{2,3}

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Российская Федерация

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация

✉ belookov@yandex.ru

Поступила в редакцию:
06.06.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101

Alexey A. Belookov¹, ✉
Oksana V. Belookova¹,
Evgeny V. Chukhutin¹,
Olga V. Gorelik^{2,3}

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

² Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

³ Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation

✉ belookov@yandex.ru

Received by the editorial office:
06.06.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве

РЕЗЮМЕ

Свиноводство является одной из ведущих отраслей сельского хозяйства, призванных обеспечить продовольственную безопасность страны. В этой связи свиноводство должно стать высокорентабельной отраслью АПК за счет роста ряда производственных показателей. Резервом увеличения продуктивности животных являются различные кормовые добавки. Наиболее популярными добавками на сегодняшний день являются пробиотики и фитобиотики. Современные пробиотические препараты представляют собой комплексы (симбиотики), состоящие из различных штаммов бактерий с добавлением ферментов, пребиотиков, хелатных элементов, аминокислот и биологически активных компонентов. В статье приводятся данные об использовании пробиотического препарата «Профорт» и фитобиотика «Интебио» в кормлении супоросных и подсосных маток. По результатам научно-хозяйственного опыта установлено, что в результате использования препаратов выросли следующие показатели: многоплодие маток — на 1,9–2,9%, крупноплодность молодняка — на 10,4–12,3%, число зрелых поросят в гнезде — на 10,8–11,8%, сохранность молодняка — на 4,0–6,1%, масса гнезда поросят к отъему — на 18,0–22,2%. Следствием этого стало снижение затрат корма на 1 кг прироста живой массы и увеличение выручки от реализации полученного молодняка.

Ключевые слова: свиноводство, кормление, пробиотический препарат «Профорт», фитобиотик «Интебио»

Для цитирования: Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В., Горелик О.В. Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101>

© Белооков А.А., Белоокова О.В., Чухутин Е.В., Горелик О.В.

The efficiency of probiotics in industrial pig breeding

ABSTRACT

Pig breeding is one of the leading agricultural sectors that ensures the country's food safety. In this regard, pig breeding must become a highly profitable branch of the agro-industrial complex due to growth of range of production performance indicators. Various feed additives are the reserve for increasing the productivity of the animals. The most popular feed supplements used today are probiotics and phytobiotics. Modern probiotic preparations are a complex (symbiotic additives) consisting of various strains of bacteria with addition of enzymes, prebiotics, chelating elements, amino acids and biologically active components. The article provides data on use of the probiotic preparation "Profort" and the phytobiotic "Intebio" in feeding of sows in farrow and nursing sows. According to the results of scientific and economic experience it was found that feed additives increased the following indicators: prolificacy — by 1.9–2.9%, size of the young piglets — by 10.4–12.3%, number of mature piglets in the litter — by 10.8–11.8%, rate of survival of the young piglets — by 4.0–6.1%, weight of the piglets litter by the moment of weaning — by 18.0–22.2%. The use of the preparations led to decrease in feed costs per 1 kg of liveweight gain and increased revenue obtained from the sale of the young livestock.

Key words: pig breeding, feeding, probiotic drug "Profort", phytobiotic "Intebio"

For citation: Belookov A.A., Belookova O.V., Chukhutin E.V., Gorelik O.V. The efficiency of probiotics in industrial pig breeding. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101> (In Russian).

© Belookov A.A., Belookova O.V., Chukhutin E.V., Gorelik O.V.

Introduction

According to wide range of experts, nowadays Russia is provided with domestically grown pig-breeding products by 90%. In this regard, issues related to increasing the efficiency of the livestock industry become increasingly important [1–4].

One of the ways to increase the profitability of this industry is using of probiotic and phytobiotic preparations infeeding of sows in farrow and nursing sows.

Feeding the animals with high quality feed, including the biologically active substances, has undoubted potential for growth of pig productivity [5, 6].

In pig breeding industry the biologically active substances are required to reduce the negative impact of a range of factors associated with feeding and breeding of farm animals [7–11].

Probiotics — in the context of industrial pig breeding — are important elements for achieving high results. The optimal way to add the probiotics is adding them to the feed of the parent livestock. The probiotics are used to restore and maintain the normal flora of the gastrointestinal tract, to optimize metabolic processes, to improve the productive health of sows and ensure a more complete fulfilment of the genetic potential of young pigs [12–15].

Phytobiotics are feed additives obtained from plant raw materials. The application of these feed additives raises the productivity of animals and the quality of the resulting products [16–22].

Therefore, the studying of use of feed additives in feeding of sows in farrow and nursing sows is of certain scientific and practical interest.

Materials and method

The scientific and economic experiment was held in the industrial conditions of the pig-breeding complex LLC “Agrofirma Ariant”. The additives were used in feeding sows in farrow to study the effect of dietary supplements on the reproductive functions of the animals.

To achieve this goal, we formed 3 groups of sows in farrow according to the principle of analogues pairs, 10 heads per each group. The animals were taken care of and fed equally. Sows in farrow received basic diet — complete mixed feed SK-1, nursing sows got SK-2. In addition to the basic diet the tested groups of sows got the feed additives. Sows of the 1st experimental group received phytobiotic preparation “Intebio” at a dose of 120 g/t, the sows of the 2nd experimental group got the probiotic preparation “Profort” at a dose of 500 g/t 30 days before and 30 days after farrowing (Figure 1).

Results and discussion

It is obvious from the data in Fig. 2, that the prolificacy of sows in the control group was 10.4 heads, and in the experimental groups the prolificacy was by 2.9% and 1.9% higher groupst respectively.

In group and the control group, the number of mature piglets in the litter amounted to 9.3 heads, which is less than in the 1st group experimental group by 1.1, and less than in the 2nd experimental group by 1.0 head. The share of large-sized piglets in the experimental groups turned out to be significantly higher than in the control group (1.06 kg) by 12.3% at $P < 0.01$ in the 1st experimental group and by 10.4% at $P < 0.01$ in the 2nd

Fig. 1. Scheme of scientific and economic experiment

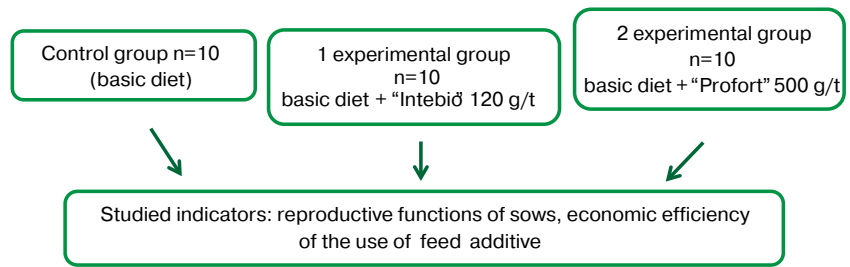


Fig. 2. Reproductive functions of the sows

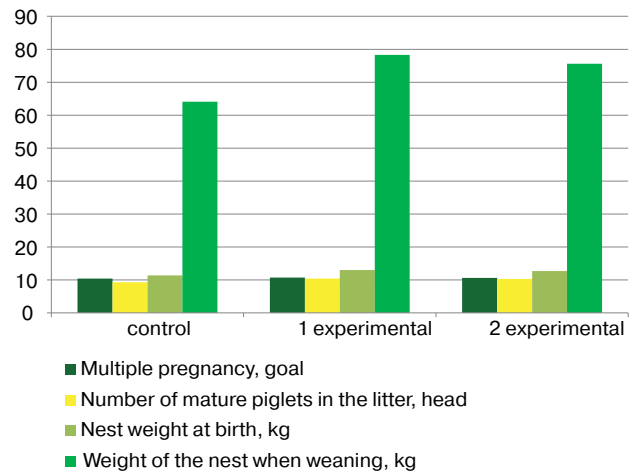


Fig. 3. Reproductive functions of the sows

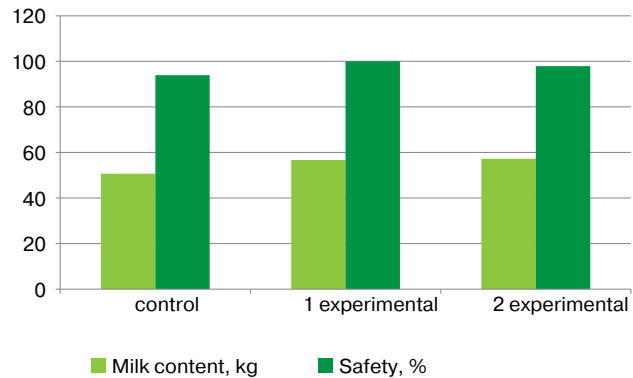
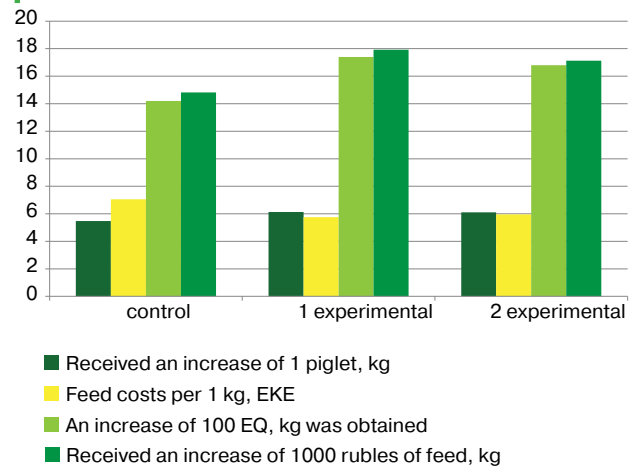


Fig. 4. The efficiency of the use of dietary supplements



and experimental group. (Piglet litter weight at birth was 11.35 kg in the control group, 12.97 kg ($P < 0.01$) in the 1st experimental group, 12.66 kg ($P < 0.05$) in the 2nd experimental group.

At the moment of weaning piglets at the age of 28 days their weight was, respectively, 64.09 kg (control group), 78.32 kg (the 1st experimental group), 75.61 kg (the 2nd experimental group). The difference from the control group was, respectively, 14.23 ($P < 0.001$) and 11.52 kg ($P < 0.001$).

It can be seen from the data in Figure 3 that the milk yield of the sows in the control group was at the level of 50.7 kg. At the same time, the milk yield of sows in the experimental groups was 56.73 and 57.23 kg respectively. The difference amounted to 11.9% and 12.9% ($P < 0.01$). The rate of survival of the piglets in the control group was 93.9%, which is less than in the experimental ones by 6.1% and 4.0% respectively.

So, consequently, the use of feed supplements in feeding sows in farrow and nursing sows had a positive effect on the reproductive functions of the pigs.

During the scientific and economic experiment the economic efficiency of probiotic and phytobiotic preparations was assessed (Figure 4).

During the experiment, the amount of the feed compound given per 1 sow was the same in all groups: 295.8 kg, including SK-1 — 105.0 kg, SK-2 — 190.8 kg, which amounted to 377.9 EFU. The cost of consumed feed was 3611.0 rubles. In the experimental groups the additional costs were paid for the purchase of the preparations as follows: in the 1st experimental group — 49.7 rubles, in the 2nd experimental group — 89.5 rubles.

During the experiment the control group showed live weight increase of 5.48 kg per 1 piglet, which is lower than in the experimental groups by 11.9% and 11.5% respectively. The weight of the litter per one sow also showed difference between the control group (53.5 kg)

and experimental groups by 22.6% and 18.5% respectively.

Feed costs per 1 kg of live weight gain (per litter per every 1 sow) were minimal in the 2nd experimental group, i.e. 5.76 EFU (55.8 rubles), and maximum in the control group — 7.06 EFU (67.5 rubles), the difference accounted for 18.4%.

Per every 100 EFU of the feed given per litter of 1 sow in the control group, the increase of live weight reached 14.2 kg, and in the experimental groups that rate was higher, respectively, by 22.5% and weight per every 18.3%. In monetary terms for every 1000 rubles, spent of forage, the difference amounted to 20.9% and 15.6% respectively in favor of the experimental groups of the sows.

The 1st experimental group achieved 12.1 kg, and the 2nd experimental group achieved 9.9 kg of additional live weight gain of piglets from 1 sow.

The proceeds from the sale of the additional live weight gain of piglets in the 1st experimental group amounted to 1815.0 rubles, in the 2nd experimental group — to 1485.0 rubles. In general, the proceeds from the sale of the live weight of piglets in the control group amounted to 8025.0 rubles, which is less than in the 1st experimental group by 1815.0 rubles, and in the 2nd experimental group — by 1485.0 rubles.

Conclusion

The use of the phytobiotic preparation “Intebio” and the probiotic preparation “Profort” in feeding of sows in farrow and nursing sows provided the increase of sows prolificacy by 1.9–2.9%, number of mature piglets in the litter — by 10.8–11.8%, size of the young piglets — by 10.4–12.3%, weight of the litter by the moment of weaning — by 18.0–22.2%, rate of the piglets survival — by 4.0–6.1%.

At the same time, those feed additives reduced feed costs per 1 kg of live weight gain per a litter of 1 sow — by 15.6–18.4%, and increased the proceeds from the sale of the obtained additional live weight by 1485.0–1815.0 rubles.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

- Mikolaichik I. et al. Study of the effect of a stabilized enzyme complex on the productive and biological indicators of young pigs. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2020. 4(36) 23-29 (In Russian)
- Fedorov V.K., Fedyuk V.V., Kruglikov A.N. The influence of phyto-genic preparations on the safety, growth, fattening, meat quality and resistance indicators of pigs. Agrarian science. 2021; (10):17-23. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-17-23>
- Okhokhonina E. The current state of pig breeding in Russia. Priority areas of regional development: Collection of articles based on the materials of the II All-Russian (national) scientific-practical conference with international participation. Kurgan, 2021, 466-469 (In Russian)
- Smakuyev D. et al. Acclimatization and productive qualities of american origin aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern Caucasus. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2021. doi:10.1016/j.jssas.2021.05.011
- Morozova L. et al. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. International Journal of Pharmaceutical Research, 2020, 12 2181-2190 doi:10.31838/ijpr/2020.SP1.319
- Ivanova N. Efficiency of pork production. Sciencetime, 2019, 7(67) 34-37
- Koschaev A., Shkredov V. and Chus R. The efficiency of pig breeding and ways to increase it with the use of probiotics. Institutional transformations of the agro-industrial complex of Russia in the context of global challenges Krasnodar, 2018, 54 (In Russian)
- Rebezov M.B., Topuria G.M., Singarieva N.S. Immunobiochemical blood parameters of sows. Innovations in scientific and technical support of the agro-industrial complex of Russia. materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference. Kursk, 2020. 330-334. (In Russian)
- Rebezov M.B., Topuria G.M., Trushina L.N., Kogan Yu.Yu. The

- content of mineral substances in the blood of sows. Agricultural science — agriculture. Collection of materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Barnaul, 2020. 341-342. (In Russian)
- Akhmedkhanova R., Gamidov N. The use of aquatic organisms in the feeding of poultry. Problems of the development of the agro-industrial complex of the region, 2010, 1(1) 73-77
- Stepanova I. Friends of the intestines: Aspects of the use of probiotics in industrial pig breeding. Effective animal husbandry, 2020, 8(165) 22-27
- Callaway T., Edrington T., Anderson R., Harvey R., Genovese K., Kennedy C. Probiotics, prebiotics and competitive exclusion for the prevention of bacterial diseases. Anim Health Res Rev, 2008, 9(2) 217 pmid:19102792
- Corcionivoschi N., Drincianu D., Pop I., Stack D., Ștef L., Julean C. The effect of probiotics on animal health. Scientific papers animal Husbandry and biotechnology, 2010, 43(1) 35-41
- Gareau M., Sherman P., Walker W. Probiotics and the gut microbiota in intestinal health and disease. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2010, 7(9) 503-514 pmid:20664519
- Brown M. Methods of action of probiotics: recent developments. Journal of Achievements in Animal husbandry and Veterinary Medicine, 2011, 10(14) 1895-1900
- Debski B. Supplementation of pigs with zinc and copper as an alternative to traditional antimicrobials. Pol J Vet Sci, 2016, 19(4) 917-924 pmid:28092617
- Dowarah R., Verma A., Agarwal N. The use of lactobacilli as an alternative to growth-promoting antibiotics in pigs: a review. Anim nutr, 2017, 3(1) 1-6 pmid:29767055
- Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A., Józefiak D. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. World's Poult Sci J, 2015, 71 663-672 doi: 10.1017/S0043933915002457
- Windisch W., Schedle K., Plitner C., Kroismayr A. Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. J Anim Sci, 2008, 86(Suppl14) 140-148 doi: 10.2527/jas.2007-0459

20. Sen M.N., Gorelik O.V., Neverova O.P. Improving the efficiency of pork production. Scientific contribution of young researchers to the preservation of traditions and the development of agriculture. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students. 2016. 189-191. (In Russian)
21. Belookova O.V., Belookov A.A., Chukhutin E.V., Gritsenko S.A. The influence of phytobiotics on the productive qualities of pigs. Topical

- issues of veterinary and agricultural sciences. Materials of the National (All-Russian) Scientific Conference of the Institute of Veterinary Medicine. Chelyabinsk, 2021. 99-106. (In Russian)
22. Belookov A.A., Belookova O.V., Chukhutin E.V., Gorelik O.V. The use of antibiotics in pig breeding. Feeding of farm animals and feed production. 2021. № 11(196): 50-56. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:**Алексей Анатольевич Белооков,**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Оксана Владимировна Белоокова,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Российская Федерация
e-mail: belookova@yandex.ru

Евгений Владимирович Чухутин,

аспирант
Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Российская Федерация
e-mail: chukhutin_vet@mail.ru

Ольга Васильевна Горелик^{1,2},

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация;
² Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация;
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>
e-mail: olgao205en@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:**Alexey Anatolyevich Belookov,**

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
South Ural State Agrarian University, Troitsk,
Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

Oksana Vladimirovna Belookova,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
South Ural State Agrarian University, Troitsk,
Russian Federation
e-mail: belookova@yandex.ru

Evgeny Vladimirovich Chukhutin,

Graduate student,
South Ural State Agrarian University,
Troitsk, Russian Federation
e-mail: chukhutin_vet@mail.ru

Olga Vasilyevna Gorelik^{1,2},

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg,
Russian Federation;
² Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg,
Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069> e-mail: olgao205en@yandex.ru

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •**В РФ с начала года зарегистрировано 48 очагов АЧС**

В России с начала текущего года по 26.07.2022 зарегистрировано 48 очагов африканской чумы свиней (АЧС), сообщает Информационно-аналитический центр Россельхознадзора.

Как отмечают в ведомстве, среди домашних свиней зарегистрировано 22 очага АЧС: на территории Астраханской (4), Ивановской (2), Костромской (3), Омской (1), Ростовской (1), Самарской (2), Саратовской (1), Свердловской (1), Смоленской (1), Ярославской (1) областей, Хабаровского (1) и Ставропольского (1) краев, республик Башкортостан (1) и Северная Осетия (1), в Ханты-Мансийском АО (1). Вспышки в основном регистрируются в ЛПХ. Среди диких кабанов зафиксировано 26 случаев АЧС: на территории Амурской (3), Волгоградской (2), Ивановской (3), Костромской (5), Орловской (1), Ростовской (1), Саратовской (2), Ярославской (1) областей, Приморского (3), Хабаровского (2) и Ставропольского (1) краев и Республики Северная Осетия (2).

По данным Россельхознадзора, в России эпизоотическая ситуация более контролируемая по сравнению с положением дел в Европе. Для сравнения, в Румынии с начала этого года по 25.07.2022 зарегистрировано 478 очагов АЧС, в Латвии – 327, в Польше – более 1 тыс. Что касается Германии, то там с момента первого обнаружения 09.09.2020 по настоящее время зафиксировано 903 очага АЧС.

В РФ, пояснили в ведомстве, разработана система регионализации, компартиментализации свиноводческих предприятий (зооанитарный статус) и прослеживаемости продукции животноводства.

(Источник: vetandlife.ru)

Российские исследователи разработали проект автоматизированной системы для оперативного определения антигенов африканской и классической чумы свиней

Пермскими учеными разработан проект автоматизированной системы для оперативного определения антигенов африканской и классической чумы свиней. В разработке приняли участие научные сотрудники Пермского Политеха, ПГАТУ, Пермского института ФСИН России и Государственного аграрного университета Северного Зауралья. Исследование выполнено в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

Как сообщил один из разработчиков, профессор кафедры информационных технологий и автоматизированных систем Пермского Политеха, доцент, д.т.н. Сергей Костарев, сегодня основной способ выявления вирусов классической и африканской чумы – серологическое обследование. Исследователи решили использовать для автоматизированной диагностики этих заболеваний систему на основе ПЦР. Устройство довольно просто в использовании: биоматериал нужно загрузить в контейнер для тестирования, далее анализатор определяет вид антигена чумы, и система, проанализировав результаты реакции, выдает информацию. Затем происходит озонирование и дезинфекция прибора.

(Источник: официальный портал Пермского Политеха)

ПРОБИОТИКИ ДЛЯ ПТИЦЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА — ЭВОЛЮЦИОННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ

Лебедева И.А., ведущий научный сотрудник лаборатории промышленного птицеводства, д-р биол. наук, доцент

Новикова М.В., старший научный сотрудник лаборатории промышленного птицеводства, канд. биол. наук

Вершинина И.Ю., заведующая отделом управления качеством, научный сотрудник лаборатории иммунологии и патофизиологии отдела экологии и незаразной патологии животных

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург

Зачастую при производстве комбикормов и кормосмесей встают вопросы: какие пробиотики вводить? С какого возраста сельскохозяйственного животного их можно использовать? Как долго их можно давать птице, крупному рогатому скоту и свиньям разных технологических групп?

Рассмотрим обитание птицы, скота и свиней в диких природных условиях и в условиях пастбища и выгула.

Сухопутные птицы — это куры, цесарки, перепелки, фазаны, индюки. Самки этих видов организуют гнезда прямо на почве. У цесарок вообще нет гнезд. Яйца они сносят прямо на почву; яйца не раскатываются, так как имеют коническую форму. Яйцо при снесении проходит через клоаку и на его поверхности остаются микроорганизмы несушки (самки). Вылупление цыплят происходит не одновременно, а в течение нескольких часов. Обсохшие птенцы могут отойти от гнезда матери не более чем на 50 см. Инстинкт клевания побуждает их клевать почву и подсохший помет матери-наседки, таким образом происходит заселение желудочно-кишечного тракта птенцов полезными микроорганизмами *Bacillus subtilis* и *Lactobacillus* еще до первого потребления кормов. Проходит 5–18 часов, прежде чем наседка выведет своих птенцов к местам кормления взрослых особей.

В промышленных условиях из-за непродолжительности контакта «мать — дитя» или его отсутствия (инкубаторные цыплята) детеныши недополучают необходимые им для нормальной жизнедеятельности микроорганизмы (отсутствует контакт с несушкой и естественной средой), эволюционно сложившаяся связь макро- и микроорганизмов прерывается. Вместо полезной микрофлоры в ЖКТ растет условно-патогенная и патогенная, вызывающая нарушения в работе пищеварительной и иммунной систем. Регистрируется увеличение заболеваний цыплят: диарея, пневмония, клоациты, другие заболевания, в том числе респираторные.

Потомство у животных в природе, как правило, появляется в весенний или раннелетний период. Теленок может родиться прямо на пастбище. Проходя через родовые пути, детеныш получает микроорганизмы, содержащиеся во влагалище матери. Известно, что в третьем триместре микробиота матери изменяется, то есть организм коровы готовится к родам и передаче микроорганизмов новорожденному для его защиты. Очень важно, чтобы теленок обсох сам. Тогда эти микроорганизмы сохраняются и распределяются по всему телу детеныша. Новорожденный теленок лежит на почве или на траве на пастбище. От проходящих рядом животных поднимается припочвенная (воздушная) пыль. В почве и припочвенной пыли находятся микроорганизмы, в частности *Bacillus subtilis* — другими словами, сенная палочка.

Прежде чем теленок обсохнет и встанет на ноги, на его слизистые оболочки губ и языка попадают *Bacillus subtilis*. Теленок их слизывает и вдыхает. С языка коровы, которая облизывает морду теленка, попадают на слизистые губ теленка лактобактерии. Проходит примерно полтора часа, прежде чем теленок приступит к сосанию и получению молозива из вымени коровы-матери. Молозиво богато интерферонами, витаминами, микроэлементами с высоким содержанием белка и жира. Такова последовательность: микробиота родовых путей, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus*, молозиво — и все эти факторы обеспечивают защиту новорожденного организма от патогенных и условно-патогенных микроорганизмов внешней среды.

Аналогичная картина и у поросят (кабанчиков). Кабанихи устраивают свое гнездо (логово) в лесу на почве. Во время родов детеныши получают микрофлору родовых путей, кабаниха вылизывает мордочки своих детенышей, освобождая их от родовых оболочек. Со слюной на нос (пяточок) и губы попадают лактобактерии. Через час после обсыхания поросята подходят к привлекающей их звуками самке. Поросята вдыхают припочвенную пыль, обнюхивая почву, таким образом на губы и в ротовую полость, на слизистую носа попадают *Bacillus subtilis*, с сосков матери подселяются лактобактерии. С первыми дозами молозива в организм попадают интерфероны.

Наличие микрофлоры у животных зависит от видовых особенностей и санитарно-гигиенических условий содержания. В родовых путях коров, по данным литературы, есть следующие микроорганизмы: *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Corinebacterium spp.*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sp. C*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus spp. gem.*, *Enterobacter spp.*, *Esherichia coli*.

Родовые пути свиноматок заселены следующими микроорганизмами: *Lactobacillus*, *Esherichia coli*, *Bacillus*, *Bifidobacteriaceae*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, дрожжеподобные грибы.

У кур присутствует в клоаке: *Bakterioidetes*, *Lachospiraceae*, *Eubacteriaceae*, *Ruminococcaceae*, *Clostridiaceae*, *C. perfringens* / *C. novii*, *Peptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Actinobacteria*, *Bifidobacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Campilobacteriaceae*, *Pseudomonadaeaceae*, *Pasterellaceae*, *Fusobacteri*.

Следует отметить, что у детенышей, проходящих через родовые пути матери или вылупившихся из яйца, организм заселяется микроорганизмами матери *Lactobacillus*, *Bifidobacteriaceae*, *Enterococcus faecalis* и почвенными *Bacillus subtilis*, характерными для всех

Рис. 1. Зоб цыплят-бройлеров (контроль). Ороговение слизистой

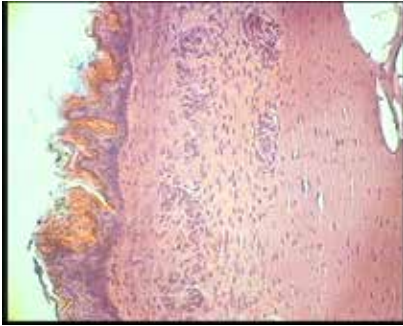


Рис. 2. Зоб цыплят-бройлеров (пробиотик). Гистологическая норма

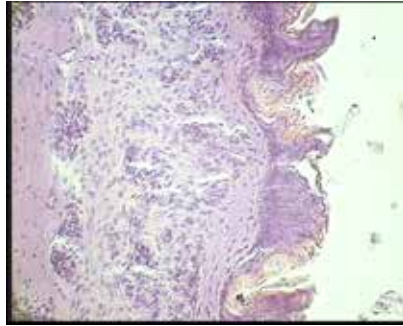


Рис. 3. Ворсинки железистого желудка цыплят-бройлеров (контроль). Нарушение структуры пищеварительных желез

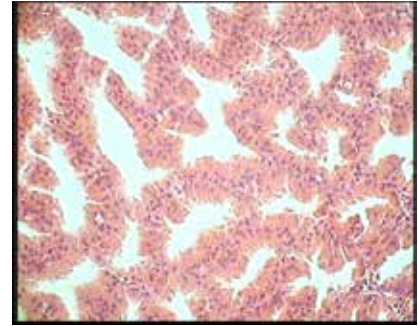


Рис. 4. Структура пищеварительных желез цыплят-бройлеров (пробиотик). В пределах гистологической нормы

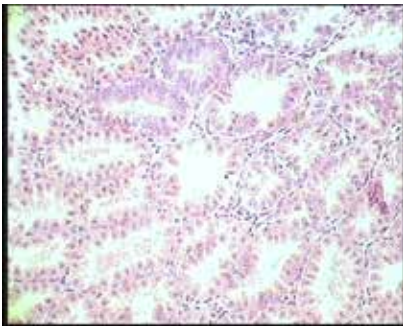


Рис. 5. Подкутикулярный слой мышечного желудка цыплят-бройлеров (контроль). Отек тканей и нарушение просветов желудочных ямок

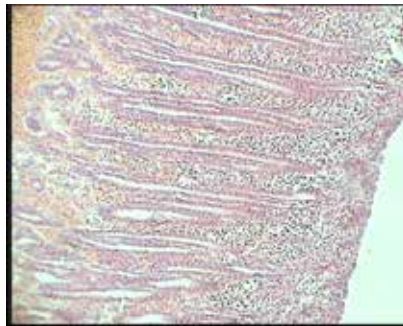


Рис. 6. Подкутикулярный слой мышечного желудка цыплят-бройлеров (пробиотик). В пределах гистологической нормы

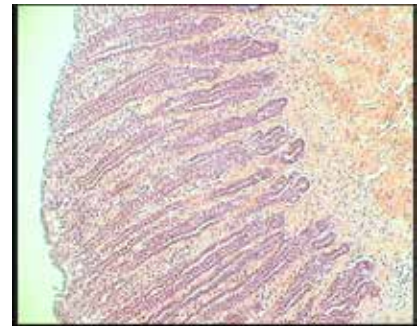


Рис. 7. Печень цыплят-бройлеров (контроль). Деформация гепатоцитов и жировая дистрофия

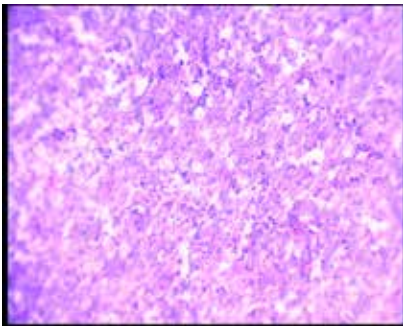


Рис. 8. Паренхима печени цыплят-бройлеров (пробиотик) в норме. Отдельные гепатоциты в стадии деления

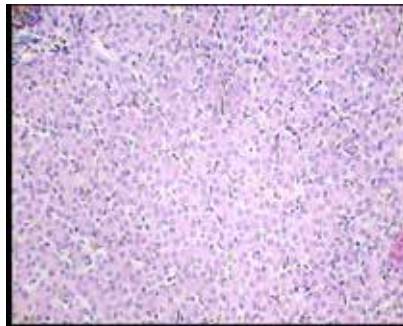


Рис. 9. Нарушение структуры ворсинок тонкой кишки цыплят-бройлеров (контроль)

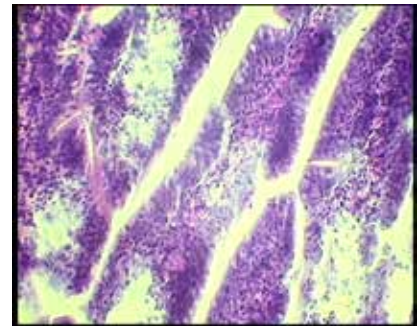


Рис. 10. Ворсинки тонкой кишки цыплят-бройлеров (пробиотик) в пределах нормы

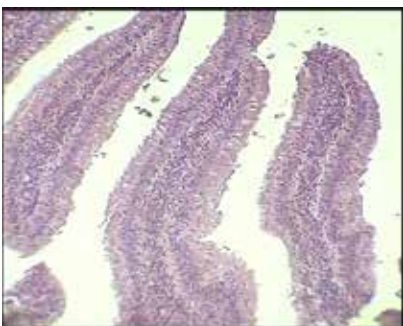


Рис. 11. Ножные мышцы цыплят-бройлеров (контроль). Перерождение мышечного волокна в жировую ткань

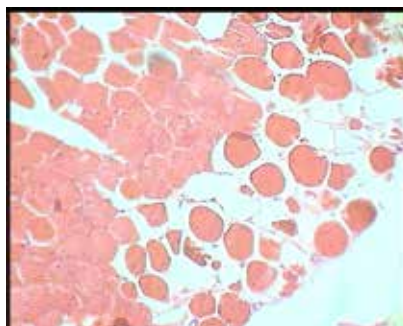
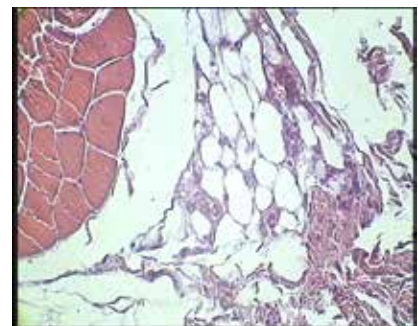


Рис. 12. Ножные мышцы цыплят-бройлеров (пробиотик). Мышечное волокно и жировая ткань в пределах нормы





видов сельскохозяйственных животных, в том числе и птиц.

У молодняка, который растет в естественных или пастбищных условиях, иммунитет формируется на первые-вторые сутки жизни. А в условиях интенсивного технологического цикла промышленных животноводческих площадок — только на 10–14-е сутки.

Вследствие нарушения иммунных и метаболических процессов у молодняка сельскохозяйственных животных и птиц снижаются основные продуктивные показатели: живая масса, сохранность, эффективность вакцинаций, увеличивается расход кормов и ветеринарных препаратов.

В условиях интенсивного промышленного содержания высокопродуктивные птицы и животные получают в основном обеззараженные, консервированные, частично или полностью переработанные корма; микрофлора желудочно-кишечного тракта не пополняется извне природными микроорганизмами, из-за чего нарушается процесс ее функционирования, предусмотренный природой. В результате высокой ветеринарной и технологической нагрузки организмы взрослых особей в итоге не выходят на заданную продуктивность, генетически заложенный потенциал не раскрывается в полном объеме, снижаются репродуктивное долголетие и продолжительность жизни.

Поэтому в качестве корректирующих средств с первых дней жизни следует использовать кормовые добавки на основе живых полезных микроорганизмов, которые нормализуют процессы пищеварения, активизируют деятельность желудочно-кишечного тракта и иммунной системы, естественно встраиваются в работу макроорганизма, что помогает сохранить эволюционную корреляцию и способствует повышению продуктивности и сохранности сельскохозяйственных животных и птиц.

В числе таких средств — пробиотические кормовые добавки «Бацелл-М» и «Моноспорин» (организация-разработчик — ООО «Биотехагро», г. Тимашевск Краснодарского края). В состав добавок входят микроорганизмы, характерные для микробиоты здорового молодняка и взрослых особей.

Более десяти лет сотрудниками нашего центра изучается эффективность применения этих пробиотиков в рационах крупного рогатого скота, свиней и птицы. И каждое новое исследование подтверждает тот факт, что полезные микроорганизмы указанных препаратов обеспечивают более высокую продуктивность и сохранность животных и птицы, а затраты на их приобретение эффективно окупаются.

К примеру, изучение гистологической картины слизистых зоба, железистого и мышечного желудков, тонкой

кишки, а также печени и мышечного волокна подтвердило положительное влияние на организм цыплят-бройлеров пробиотического препарата «Моноспорин» (рис. 1–12).

Добавка кормовая пробиотическая «Бацелл-М» состоит из микробной массы живых бактерий *Bacillus subtilis* 945 (B-5225) в количестве не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ/г (колониеобразующих единиц), *Lactobacillus paracasei* (B-2347) в количестве не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г, *Enterococcus faecium* M-3185 (B-3491) в количестве не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г, а также вспомогательных веществ — шрота подсолнечного либо продуктов переработки зерновых или бобовых культур (83,95%), мела кормового (10%). Не содержит генно-модифицированных организмов. Содержание вредных примесей не превышает предельно допустимых норм, утвержденных законодательством Российской Федерации. Номер государственной регистрации — ПВР-2-4.14/03028.

«Моноспорин» — суспензия для перорального применения, содержит живые спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis* 945 (B-5225) в среде культивирования. В 1 см^3 препарата содержится не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ спорообразующих бактерий. Номер регистрационного удостоверения — ПВР-1-4.7/02/02099.

Согласно инструкции «Бацелл-М» и «Моноспорин» рекомендуется применять с первых дней жизни на протяжении всего периода выращивания и использования сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы.

Таким образом, в процессе роста и дальнейшей жизни во взрослом состоянии в природных условиях животные и птицы, поедая корма, ежедневно пополняют свои пищеварительные органы почвенными микроорганизмами (в том числе и *Bacillus subtilis*), которые поддерживают в оптимальном режиме работу микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Этот природный симбиоз макро- и микроорганизмов, сложившийся в процессе эволюции животных и птиц, следует в обязательном порядке искусственно поддерживать в условиях промышленного животноводства и птицеводства.

Представленная публикация подготовлена в рамках выполнения программы фундаментальных научных исследований № 0532-2021-0009 «Разработка биологических технологий управления здоровьем животных и прижизненного формирования качества продукции животноводства и птицеводства».



8(800)550-25-44
bion_kuban@mail.ru
биотехагро.рф

ОТ ЗАПУСКА ДО НОВОЙ ЛАКТАЦИИ: ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ МОЛОЧНЫХ КОРОВ В ПЕРИОД СУХОСТОЯ

Физиологический период жизни коровы от запуска (прекращения молокоотдачи) до отела называется сухостойным. Этот период совпадает с двумя последними месяцами стельности и составляет в среднем 60 дней. От того, насколько грамотно будут организованы кормление и уход, зависит не только нормальное течение стельности и рождение жизнеспособных телят, но и уровень будущей лактации.

Главной задачей периода сухостоя является обеспечение максимально комфортного отдыха коровы от предыдущей лактации и подготовка «молочного аппарата» к предстоящей. В период лактации у коров преобладает молочная доминанта, когда все ресурсы организма направлены на производство молока, поэтому коровы теряют в весе, сдаиваются. За 2 месяца сухостоя корова должна увеличить собственную массу на 10–15%, чтобы достигнуть хорошей упитанности для оптимального расхода питательных веществ на выработку молока. В сухостойный период кормовой рацион коров должен не только обеспечивать питание материнский организм, но и удовлетворять растущие потребности плода.

Кормление коров в сухостой имеет ряд особенностей. В организме коровы матка граничит с рубцом, в котором идут процессы пищеварения. По этой причине рубец не должен быть объемным, напряженным, чтобы избежать сдавливания и деформации плода. Отсюда следует главный принцип кормления сухостойных коров: сокращение объема скармливаемого рациона при сохранении высокой концентрации питательных веществ и энергетической составляющей. На практике это означает, что долю влажных кормов необходимо уменьшить, а долю сухих и грубых кормов — увеличить. Смеси концентратов должны быть разнообразными и многокомпонентными. В дополнение к этому вволю скармливают солому и отруби.

Сухостойные коровы нуждаются в повышенных дозах витаминов и минеральных солей, которые должны ежедневно поступать с кормом. Это крайне важно для здоровья теленка, поскольку их дефицит в дальнейшем будет невозможно компенсировать. Учитывая сниженный аппетит и выборочное поедание кормов, сухостойных коров необходимо обеспечить энергетическими и витаминно-минеральными добавками. Для комплексного решения этих жизненно важных проблем компанией «Агровит» разработаны специальные энергетические кормовые продукты серии «ФЕЛУЦЕН» для сухостойных коров первого и второго периода.

В ранний период сухостоя (первые 45 дней), когда необходимо обеспечить корову и эмбрион всеми питательными и биоактивными веществами при пониженном потреблении корма, рекомендуется кормовая добавка «Брикет К1-2 Энергетический «ФЕЛУЦЕН» для коров первого периода сухостоя». Добавка изготовлена на основе экструдированного зерна с витаминно-минеральным комплексом (А, D, E, биотин), оптимальным содержанием кальция и фосфора для правильного развития конечностей теленка, выверенной дозировкой ключевых микроэлементов и пищевой соли. Регулярное скармливание добавки повышает аппетит и пере-

варимость кормов, активизирует ферментную активность рубца за счет сахаров и препятствует его закислению, предупреждает потерю веса, восстанавливает солевой баланс, улучшает состояние копыт и суставов на фоне дополнительной нагрузке.

В поздний период сухостоя (последние 15 дней до отела) требуется накопление пролонгированного энергетического потенциала для легкого прохождения отела, профилактики послеродовых осложнений и правильного старта лактации. В этот период рекомендуем применять комплексную кормовую добавку «Брикет К1-2 Энергетический «ФЕЛУЦЕН» для коров второго периода сухостоя и новотельных коров» с высоким содержанием питательных веществ и сниженным — кальция. Значительное потребление кальция (выше 25% от потребности) в этот период усугубляет риск родильного пареза, в то время как скармливание рациона со сниженным количеством кальция запускает механизм его мобилизации из резервов организма. Сбалансированный состав питательных и биоактивных веществ обеспечивает хорошую упитанность коров без ожирения, поддерживает работу печени, создает резервы для высокой молочной продуктивности на раздое и в лактационный период, предупреждает ацидозы и кетозы, повышает стрессоустойчивость. Для выработки высококачественного молозива и молока добавку рекомендовано применять и в новотельный период (в течение 30 дней после отела).

Брикеты «ФЕЛУЦЕН» для сухостойных коров имеют форму мягкой пластичной массы и привлекают животных сладким вкусом и аппетитным ароматом. Кормовые добавки расфасованы в удобные ПЭТ-ведра с крышками по 15 кг или ПЭТ-тазы по 60 кг, которые устанавливаются в доступном месте для самостоятельного слизывания. Добавки успешно применяются при содержании в закрытых помещениях и на пастбищах, не требуют участия персонала для приготовления и раздачи.

Телефон бесплатной линии: 8-800-200-3-888
agrovit87.ru, prok.ru



На правах рекламы

ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ АГРОХОЗЯЙСТВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА «СЕНАЖ В УПАКОВКЕ»

Бывает, что инновационная техника стоит без дела на задворках агрохозяйства: не получилось все как надо с первого раза, значит — не работает. Ситуация изменится, если производители сельхозмашин будут не просто продавать технику, а вместе с отраслевыми экспертами предложат аграриям полное сопровождение внедрения новых технологических решений, считают в Центре содействия развитию молочного и мясного животноводства (Пермский край). Там уже реализуют такой подход при переходе молочных и мясных ферм с традиционных кормов на объемистый «Сенаж в упаковке», который производится с помощью кормозаготовительных комплексов «KRMZ Innovation». Подробнее об информационной и инструментальной поддержке аграриев рассказывает эксперт центра, агротехнолог Анна Шумилова.

НАУЧИЛИСЬ ДЕЛАТЬ ТЕХНИКУ, А НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЕЕ

Большинство современных технологий сельскохозяйственного машиностроения пришли к нам в 90-х гг. из Европы. Открывались лицензионные производства, российские заводы перенимали стандарты изготовления новых машин.

Так было и с нашим партнером — «Краснокамским РМЗ». Там кормозаготовительную технику производили с 2003 г. по лицензии итальянской компании «Tonutti Wolagri SpA». С 2014 г. производство стало полностью российским, но массового успеха среди наших аграриев необычные кормозаготовительные машины тогда так и не достигли. Те, кто купил и начал применять технологию, часто совершали ошибки в использовании, рулоны портились.

В 2017 г. стало понятно: если не поменять подход, внедрение «Пермской технологии заготовки сенажа в линию» так и не станет массовым. Именно тогда и началось партнерство завода и Центра содействия развитию молочного и мясного животноводства.

Наш центр — это экспертное сообщество, мы консультируем мясные и молочные агрохозяйства по всему спектру вопросов, связанных с питанием КРС: от агрономии кормовых культур до составления рационов. Механизация, подбор техники — важная часть организации кормозаготовки, во многом — определяющая. Результаты пермского варианта «Сенажа в упаковке», их повторяемость нас убедили. Сохранность в травяной массе сахаров до 90% и обменная энергия до 13 МДж/кг сухого вещества — это прекрасные показатели для ценного и питательного корма. Важно и то, что времени от

кошения до упаковки нужно всего ничего, меньше суток: травяная масса на поле не вымокнет и не сгорит на солнце, будет на вкус как свежая трава.

Но сразу стало понятно, что технология требовательная, и чтобы достичь хороших результатов, нужно добиваться высокого качества процессов на всех этапах: от правильного кошения к качественному прессованию, от прессования — к упаковке. Поэтому чтобы хозяйства получали качественный Сенаж в пленке, фермеров надо системно обучать работе с машинами: пресс-подборщиком и упаковщиком рулонов в агротрейч.

ЗАВОД ПРОДАЕТ МАШИНЫ, А МЫ ОБУЧАЕМ ТЕХНОЛОГИИ

На самом деле, не только самой технологии. Мы комплексно работаем с организацией кормозаготовки в хозяйствах. Переход от традиционного сена и силоса на «Сенаж в упаковке» начинается с организации «зеленого конвейера» — выбора и посева культур для непрерывного поступления зеленой массы с весны до осени для заготовки кормов на стойловый период или полное круглогодичное кормление.

Возможно, в этом тоже была причина первых неудач с применением «Сенажа в упаковке» в России. Аграрии покупали машины, но не переустраивали к их использованию другие процессы в хозяйствах: собрались заготавливать Сенаж, а не из чего! Кормозаготовительные машины есть, а приходится все равно покупать концентраты.

А наш подход как раз в том, чтобы сначала научить выращивать будущие корма, а не просто обучить тому, как заготовить то, что выросло. И этот подход аграрии уже оценили. Например, в Пермском крае в Кунгурском районе сразу в двух хозяйствах появилась новая штатная единица — ответственный за кормозаготовку. Это больше, чем агроном, это специалист, который включен в процесс всей кормозаготовки, влияет на качество кормов и как следствие — на качество молочного или мясного сырья.

СНАЧАЛА ИНФОРМАЦИЯ, ПОТОМ — В ПОЛЯ

Работа Центра содействия развитию молочного и мясного животноводства началась с обучающего курса по «Сенажу в упаковке» — серии вебинаров, которые проводились осенью и зимой, то есть до начала кормозаготовительного сезона.

Курс состоит из теоретических (изучение агрокультур, технологий закладки зеленой массы на хранение, экономических аспектов заготовки кормов в пленке) и



Скоростной упаковщик SPEEDWAY

практических блоков. Слушатели «примеряют на себя», на свое хозяйство «Сенаж в упаковке»: рассчитывают экономические показатели, разрабатывают индивидуальный план уборочных работ, анализируют готовность своей техники, прописывают инструкции для работников и систему контроля качества закладки кормов. И ближе к весне они уже могут решить, готовы ли они к полному или частичному переходу на Сенаж и какие машины им для этого нужны.

Раньше мы приезжали к тем, кто приобретал машины для «Пермской технологии заготовки Сенажа в линию», чтобы вместе начать кормозаготовительный сезон. Консультировали по «зеленому конвейеру», составляли план кормозаготовки, проводили первые запуски машин, отработывали все самые «узкие места» в кормозаготовительной цепочке. Например, на пресс-подборщике сразу может не получиться правильная форма рулонов или окажется, что не хватает телег.

А потом поняли, что теорию и практику надо разделять. Когда машины уже выведены в поля, аграриям не до планирования, надо успеть применить технику по назначению. Поэтому с этого года мы стали проводить для фермеров, закупивших оборудование «KRMZ Innovation», установочную встречу, обычно онлайн. Вот на ней мы и планируем сезон: посевные гектары, рулоны и рабочие смены. А потом в полях с агрономом и механизаторами уже совместно отлаживаем только рабочие процессы.

ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ АГРОНОМА: САЙТ И МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Все источники информации о «Пермской технологии заготовки Сенажа в линию» и нашем Центре мы совсем недавно собрали на один лэндинг — <https://kursagro.ru/help>. Раньше многим было непонятно, как все это взаимосвязано: вот тут завод машины продает, вот соцсети производителя, вот здесь на курс записываться, а здесь — на консультацию. А сейчас все в одном месте и можно ознакомиться с современными технологиями заготовки объемистых кормов в своем темпе.

Мобильные приложения. Еще этой весной тем, кто переходит на «Сенаж в упаковке», мы представили два мобильных приложения для Android: «Калькулятор рулонов» и «Влагомер».

«Калькулятор рулонов» позволяет рассчитать объем выхода готового Сенажа с заданной площади при определенной урожайности культуры или площадь покоса

для сбора заданного количества рулонов. Приложение также прогнозирует плотность рулонов и предупреждает в случае ее недостаточности. А «Влагомер» заменяет собой инструментальные методы измерения влажности травяной массы.

«ПЕРМСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ СЕНАЖА В ЛИНИЮ» — ЭТО ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

«Сенаж в упаковке» — это технология точного земледелия: при пошаговом планировании и правильном использовании можно получить корма с заданной энергетической ценностью, то есть можно управлять результатом.

Все новые технологии в сельском хозяйстве должны обрастать информационной и инструментальной поддержкой, похожей на ту, что мы выстроили вокруг «Пермской технологии заготовки Сенажа в линию». Такого подхода, например, остро не хватает продаже почвообрабатывающих машин. Найти конфигурацию техники, которая принесет максимальную пользу при предпосевной обработке конкретных угодий, можно только начав с анализа почвы — нужен научный взгляд. А те, кто продают почвообрабатывающие машины, его пока предложить не могут.

А вот в продаже сельскохозяйственной химии — консервантов и заквасок — наоборот, уже давно и активно используют комплексное научно-информационное и технологическое сопровождение.

Переход АПК на технологии точного земледелия в ближайшей перспективе неизбежен: в силу их бережности по отношению к земле и большей эффективности. Но покупают то, что понимают, поэтому поставщикам технологий есть, о чем задуматься.

Центр содействия развитию мясного и молочного животноводства — научно-экспертное объединение. Эксперты Центра уже помогли 200 хозяйствам от Калининграда до Сахалина повысить качество заготовленных кормов, организовали технологическое сопровождение всех процессов.

Главный партнер Центра — «Краснокамский РМЗ», завод-производитель линейки машин для обслуживания «Пермской технологии заготовки Сенажа в линию», варианта «Сенажа в упаковке». В «Пермской технологии» на этапе упаковки используют скоростной упаковщик SPEEDWAY 120» — он оборачивает рулоны агрострейчем в 6–8 слоев и укладывает их «в линию».

КРАСНОКАМСКИЙ РМЗ

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

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР KRMZ INNOVATION

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

ЦЕНТР СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МОЛОЧНОГО И МЯСНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

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



КАК СНИЗИТЬ РАСХОДЫ НА ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДНЯКА И СОХРАНИТЬ ПОГОЛОВЬЕ ЗДОРОВЫМ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИХОДЯТ НА ПОМОЩЬ ФЕРМЕРАМ

Производство мяса и молока — весьма затратный процесс. Российские аграрии ищут пути снижения расходов при сохранении качества конечного продукта. Значительные потери фермеры несут при выращивании молодняка, — это не только финансы, но и натуральное молоко, которое приходится использовать для кормления животных вместо того, чтобы направить его на переработку и продажу. Выходом является использование в рационе молодняка искусственных заменителей цельного и обезжиренного молока.

В России производство молока постоянно растет. Росстат приводит следующие цифры:

- в 2018 г. — 30,6 тыс. т;
- в 2019 г. — 31,4 тыс. т;
- в 2020 г. — 32,2 тыс. т;
- в 2021 г. — 32,3 тыс. т.

Потребление при этом также увеличивается: с 33,6 тыс. т в 2018 г. до 35,3 тыс. т — в 2021 г. Тенденция роста потребления молока выше роста его производства, что выявляет необходимость сокращения расходов молока на нужды сельхозпредприятий.

Одним из наиболее эффективных способов является перевод молодняка на выпойку заменителями молока на ранних стадиях жизни. По оценкам специалистов, в течение первого месяца жизни теленку для нормального развития требуется свыше 100 литров молока (порядка 5–7 литров ежедневно). Заменителя молока требуется примерно столько же, но его стоимость существенно ниже, и главное — сокращается производственный расход ценного ресурса.

Для изготовления заменителей цельного и обезжиренного молока для кормления сельскохозяйственных животных используются высококачественные молочные продукты: сухой обрат, сухая молочная сыворотка, сухая пахта, белково-жировые концентраты, витаминно-минеральные комплексы, пробиотики, которые помогают избежать диареи, также может применяться зерно в малых количествах. Современный технологический процесс предусматривает возможность введения в смесь добавок по техническому заданию заказчика — например, соков из отжима зеленой травы. При этом лишь продукт, произведенный в промышленных условиях и соответствующий нормативам, будет содержать в себе весь необходимый набор полезных веществ для кормления молодняка: не менее 20% протеина и не менее 12% жира.

В России одним из крупнейших производителей заменителя молока для выпойки сельскохозяйственных животных является ООО «Уральский маслозавод». Продукция под брендами «Агромилк» и «Биолактис» зарекомендовала себя как высококачественные заменители обезжиренного молока для поросят и цельного — для телят. Широкая линейка продукции позволяет подобрать наиболее оптимальный вариант кормления животных по соотношению цена/качество.

Сельхозпроизводители отмечают еще один существенный плюс при кормлении животных заменителями молока — их благотворное влияние на развитие молодых особей. Комплексы «Биолактис» оптимально сба-



лансированы по питательности и обменной энергии в соответствии с возрастным развитием желудочно-кишечного тракта. У телят, вскормленных «Биолактисом», быстрее формируется полноценная пищеварительная система, что позволяет им раньше адаптироваться к употреблению растительных кормов. Животное сохраняет высокие темпы роста во время переходного периода.

До 2025 г. объемы производства молока в России, согласно Государственной программе по развитию сельского хозяйства, должно вырасти на 20–30%, а для этого необходимо увеличение продуктивного поголовья примерно на миллион голов. Вырастет и потребность в заменителях молока для выпойки молодняка — примерно на 60 тыс. т в год.

ООО «Уральский маслозавод» прошел успешную аттестацию в Россельхознадзоре и готов к росту производства: в настоящее время мощность предприятия по выпуску ЗЦМ составляет до 4 т в час, имеется собственный парк оборудования и локализовано производство молочных концентратов.

За качеством выпускаемой продукции осуществляется постоянный мониторинг силами собственной аккредитованной лаборатории и штата технологов.

В планах — дальнейшее наращивание объемов производства.

Продукция ООО «Уральский маслозавод» доставляется по России и в страны СНГ.

Адрес: 454045, г. Челябинск, ул. Маслобазовая, д. 6.
Тел: +7 (351) 262-18-22
 +7 (351) 220-31-21
E-mail: sales@biolaktis.ru
Web-сайт: biolaktis.ru





ПРОИЗВОДСТВО ЗАМЕНИТЕЛЕЙ МОЛОКА С ПЕРВЫХ ДНЕЙ ЖИЗНИ

Заменители сухого молока для выпойки сельскохозяйственных животных БИОЛАКТИС™ - это быстрорастущий молодой в Вашем хозяйстве, а также успешность развития Вашего предприятия.

О ЗАВОДЕ

Уральский маслозавод является производителем и надежным поставщиком продукции для животноводства. Мы используем в производстве современные методики и разработки, наше производство базируется на новом оборудовании, установленном на собственных производственных площадях.

Одним из главных направлений завода является поставка на рынок России и СНГ безопасных и высококачественных кормовых добавок, доступных отечественному потребителю, а это важный шаг в вопросе импортозамещения, поскольку до недавнего прошлого около 70% рынка были заняты продукцией импортного производства.

- ЭКСПЕРТ НА РЫНКЕ КОРМОВ
- УВЕЛИЧЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЛАКТОЗЫ
- СБАЛАНСИРОВАННЫЙ ПРОДУКТОВЫЙ ПОРТФЕЛЬ



+7 (351) 262-18-22

sales@biolaktis.ru

www.biolaktis.ru

100%

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
ЗА РЕЗУЛЬТАТ

УДК 636.082.22.

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-110-113

О. В. Горелик^{1,2}, ✉
Д. А. Афонина^{1,2},
А. А. Белооков³,
С. Л. Сафронов⁴,
Н. И. Кульмакова⁵,
И. В. Бобылева³

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

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

³ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵ Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

✉ olgao205en@yandex.ru

Поступила в редакцию: 06.06.2022

Одобрена после рецензирования: 02.08.2022

Принята к публикации: 22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-110-113

Olga V. Gorelik^{1,2}, ✉
Darya A. Afonina^{1,2},
Alexey A. Belookov³,
Sergey L. Safronov⁴,
Natalia I. Kulmakova⁵,
Irina V. Bobyleva³

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation

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

³ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

⁴ St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

⁵ Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

✉ olgao205en@yandex.ru

Received by the editorial office: 06.06.2022

Accepted in revised: 02.08.2022

Accepted for publication: 22.08.2022

Влияние генотипа по каппа-казеину на молочную продуктивность и выбраковку коров

РЕЗЮМЕ

Для производства молока используют породы высокопродуктивных животных молочного направления продуктивности отечественной и зарубежной селекции. К таким породам относится черно-пестрая порода, которая составляет более 51% от общего поголовья крупного рогатого скота в стране, и голштинская, удельный вес которой — более 15% и постоянно увеличивается. Установлено, что коровы с разным генотипом по каппа-казеину различаются по сырпригодности молока. Изучение влияния генотипа по каппа-казеину на продуктивные качества животных и причины выбраковки коров актуально. Больше всего в стаде оказалось коров с генотипом AA, а меньше — 3,8% — с наиболее благоприятным генотипом BB. У них был выше удой: достоверной разницы между удоем коров с генотипом BB и генотипами AA и AB не установлено, но явно прослеживается тенденция по превосходству первых. Большой удой обуславливает больший выход с молоком питательных веществ. Большой удельный вес на выбраковку коров по первой лактации пришелся на группу с генотипом по каппа-казеину AB. Меньший показатель оказался в группе коров с генотипом BB.

Ключевые слова: каппа-казеин, коровы, генотип, молочная продуктивность, выбраковка коров, удой

Для цитирования: Горелик О.В., Афонина Д.А., Белооков А.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И., Бобылева И.В. Влияние генотипа по каппа-казеину на молочную продуктивность и выбраковку коров. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-110-113>

© Горелик О.В., Афонина Д.А., Белооков А.А., Сафронов С.Л., Кульмакова Н.И., Бобылева И.В.

Influence of kappa-casein genotype on milk yield of cows and on culling of cows

ABSTRACT

For production of milk the breeds of highly productive dairy cows of domestic and foreign selection are used. These breeds include the Black-and-white mottled breed, which makes up more than 51% of the total cattle herd in Russian Federation, and the Holstein breed, which share is more than 15% and is constantly increasing. It has been established that cows with different kappa-casein genotypes differ in usability of their milk for cheese production. The research of influence of kappa-casein genotype on milk yield capabilities of cows and the reasons for culling of cows is relevant and of interest nowadays. The biggest share of the herd consists of cows with AA genotype, and the least share, 3.8%, consists of the most favorable BB genotype cows. These cows feature higher milk yield. Though there was no significant difference between the milk yield of cows with genotype BB and genotypes AA and AB, but a tendency for BB genotype superiority was clearly observed. The higher milk yield determines a higher yield of nutrients with milk. The group with the AB kappa-casein genotype accounted for a greater share of culled cows in the first lactation period. The lower rejection rate was recorded in the group of BB genotype cows.

Key words: kappa-casein, cows, genotype, milk productivity, culling of cows, milk yield

For citation: Gorelik O.V., Afonina D.A., Belookov A.A., Safronov S.L., Kulmakova N.I., Bobyleva I.V. Influence of kappa-casein genotype on milk yield of cows and on culling of cows. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-110-113> (In Russian).

© Gorelik O. V., Afonina D.A., Belookov A.A., Safronov S. L., Kulmakova N.I., Bobyleva I.V.

Introduction

Food safety of any state is the most important task of workers in the agricultural and industrial sphere. At the same time, great importance is put upon the development of dairy cattle breeding and raising. The cows provide the valuable food products — milk and beef. For milk production, the breeds of highly productive cows of pure dairy type of productivity of domestic and foreign selection are used [1–6].

These breeds include the Black-and-white mottled breed, which accounts for more than 51% of the total cattle herd in the Russian Federation. In second place is occupied by Holstein breed of cattle, which share accounts to more than 15% and is constantly increasing. Since the 80s years of the XX century, the improvement of Black-and-white cattle has been constantly carried out using the gene pool of the world's best breed — Holstein breed. A large array of Holsteinized black-and-white mottled cattle was derived in many regions of our country. Those breeds differ among themselves in economically useful traits and exterior features; the differences and features are related to the breeding zone and breed resources used in the crossing [7–12].

Along with the positive traits of Holstein cattle, which are expressed in high milk yield and enhanced suitability for machine milking, some certain problems have been revealed also. One of these problems is a reduction of cows productive longevity [13–17].

Together with an increase of share of Holstein breed genetics in the crossing of cows, the researchers also observed decrease in the technological properties of milk during its deep processing for cheeses production. It has been established that cows with different genotypes for kappa-casein differ in usability of their milk for cheese production. The study of influence of genotype for kappa-casein on productive qualities of cattle and reasons for culling of cows from the herd make it possible to develop measures for selection and breeding in the herd.

Materials and method

The research was carried out in one of the breeding farms of Sverdlovsk region for breeding of Holsteinized black-and-white cattle. To carry out the research, we used the “Selex” program database, the database of zootechnical and pedigree registration data. Milk yield was assessed by control milking once per month, mass fraction of fat (MFF) and mass fraction of protein (MFP) were determined in a control sample of milk from each cow on a monthly basis using a milk tester.

The amount of milk fat and milk protein was calculated according to generally accepted formulas. The cows that finished lactation were divided into groups depending on their genotype for kappa-casein. Group 1 consisted of AA genotype; group 2 consisted of AB genotype, and group 3 was represented by BB genotype cows.

Reasons for culling of cows were established on the basis of veterinary records, culling reports, and results of autopsy.

Results and discussion

It is known that cows with BB genotype for kappa-casein have the

best technological properties of milk, but their quantity in herds of Holsteinized black-and-white mottled cattle is insignificant (Figure 1).

It was found that cows with AA genotype made the biggest share in the herd, and the least share, 3.8%, was represented with the most favorable BB genotype cows.

The important breeding trait, which is used for assessment and selection of dairy cattle, is the milk yield, i.e. milk productivity. The milk yield of cows of different genotypes for kappa-casein differed among them from group to group (Table 1).

The table shows that the cows with BB genotype for kappa-casein showed higher milk yield. Due to the large statistical error caused by diversity of this trait in the group of cows, the significant difference between the milk yield of cows with genotype BB and genotypes AA and AB has not been established, but a tendency for the superiority of BB genotype is clearly distinguished. A higher milk yield determines a higher yield of nutrients with milk. The quality indicators of milk, namely MFF and MFP in milk, were stable, and did not change across groups of cows with different genotypes.

The diversity of the yield values and stability of milk yield, as well as MFF and MFP in the milk of cows of different genotypes can be seen by its fluctuations among the cows (Table 2).

The kappa-casein genotype influences the variability of milk yield in the groups of cows. Thus, the greatest variations of milk yield per lactation and milk quality indicators were found in the group of AA genotype cows. The cows with AB genotype showed lower variability in milk yielding capacities. The least variability was observed in the group of cows with BB genotype, especially in terms of MFP in milk, which confirms an increase in the technological properties of milk in terms of the production of food with high content of protein.

The genotype of the cows provided a certain influence on the rate of culling of the cows from the herd (Figure 2).

As can be seen in the figure above, the group with the AB kappa-casein genotype accounted for a greater rate of culling of cows in the first lactation period. The lower rate was found in the group of cows with BB genotype. It should be noted that only 2 heads from this group were culled, one cow — due to barrenness, another cow — due to digestive

Table 1. Milk yield of cows depending on kappa-casein genotype

Indicator	Genotype		
	AA	AB	BB
Milk yield for lactation, kg	9222.00±74.64	9058.00±110.15	9595.00±300.95
MFF, %	3.950±0.005	3.940±0.004	3.950±0.024
MFP, %	3.230±0.003	3.230±0.003	3.24±0.01
Amount of milk fat, kg	364.00±2.97	357.00±4.40	380.00±12.63
Amount of milk protein, kg	298.00±2.44	292.00±3.57	311.00±10.02
Nutrient yield, kg	662.00±5.03	649.00±7.92	691.00±21.91

Table 2. Variety of milk yielding capacity in groups of cows different by genotype

Genotype	Milk yield per lactation, kg			MFF, %			MFP, %		
	max	min	difference	max	min	difference	max	min	difference
AA	5660	11396	5736	7054	12005	4951	7106	11377	4271
AB	3.86	4.34	0.48	3.85	4.22	0.37	3.90	4.22	0.32
BB	3.05	3.41	0.36	3.08	3.36	0.28	3.20	3.35	0.15

Fig. 1. The shares of genotypes in the breeding livestock, %

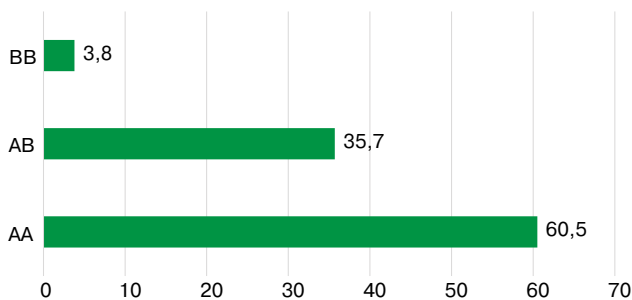


Fig. 2. Culling of cows depending on the genotype, %

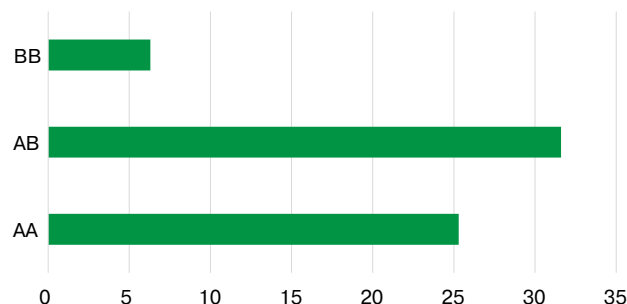


Table 3. Reasons for rejection of cows by group of disease as a percentage of culled livestock, %

Reason of culling	Genotype			On average
	AA	AB	BB	
Reproductive system pathology	4.5	9.6	50.0	6.5
Mammary gland pathology	25.0	19.4	-	22.1
Respiratory system pathology	2.3	-	-	1.3
Digestive system pathology, including food poisoning	18.2	25.8	50.0	24.7
Metabolic pathology	2.3	6.4	-	2.6
Injuries and surgical diseases	27.4	30.1	-	27.3
Breeding selection criteria	20.5	9.7	-	15.5

Table 4. Detailing of reasons for culling of cows, %

Reason of rejection	Genotype		
	AA	AB	BB
Reproductive system pathologies, including: gynecological diseases	4.5	9.6	50.0
difficult childbirth and complications	-	3.2	-
barrenness	4.5	3.2	50.0
Mammary gland pathologies, including: mastitis	25.0	19.4	-
Respiratory system pathologies, including: respiratory system diseases	2.3	-	-
Injuries and surgical diseases, including: limb diseases	27.4	30.1	-
tear and stretch	11.4	12.9	-
accidents	4.6	12.9	-
Digestive system pathologies, including poisoning	18.2	25.8	50.0
Digestive system diseases	18.2	25.8	50.0
Metabolic pathology	2.3	3.2	-
Breeding selection criteria, including: low milk yield	20.5	9.7	-

pathology of the mammary gland, namely mastitis. We can say that this is caused by the technology of milking on the dairy farm. The reasons for the culling of cows of different genotypes for kappa-casein differ by disease group. We neglect the culling rate of the BB genotype cows due to insignificant amount of culling. Thus we can say that in the group of cows with AA genotype the largest share is accounted for injuries and surgical diseases; and diseases of the mammary gland. In addition, a significant share was made of low-yielding cows and cows with digestive system pathologies. At the same time, in the group of cows with AB genotype also many animals were culled due to injuries and surgical diseases, pathologies of the digestive system and mammary gland, but this group featured fewer low-yielding first-calf heifers.

Table 4 shows the details of reasons for culling of cows. The table shows that the most common reasons for culling of the breeding livestock were also, as mentioned above, injuries and surgical diseases; digestive system pathologies and mammary gland pathologies, namely mastitis, digestive system diseases, injuries and low milk yield.

The table obviously shows that the main reasons for culling of cows in the group with AA genotype are mastitis, low yield and digestive system diseases — 72.9%. Among the cows of AB genotype, the first place was taken by diseases of the digestive system — 25.8%, followed by mastitis; legs rupture and stretching, accidents in total amounted to 30.1%. This group showed less number of cows, culled on the basis of the breeding characteristic, i. e. low milk yield.

system disease. The reasons for the culling of cows are presented in Table 3, arranged by groups of factors.

The table shows that the main reasons for culling of cows are arranged by their specific share as follows: injuries and surgical diseases; pathology of the digestive system and

Conclusion

Thus, it's reasonable to conclude that the kappa-casein genotype of cow influences on the milk yield indicators and on the reasons of cows' rejection (based on research conducted since 2018 and published in scientific reports).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

REFERENCES

- Jumaguzin I.F., Aminova A.I., Sedykh T.A. Productive longevity and lifelong productivity of daughters of Holstein bulls-producers with different variants of kappa-casein genotype. *Agrarian science*. 2022; (1):60-63. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-60-63>
- Lavrov A. A., Gorelik A. S., Dogareva N. G., Mkrtychyan G. V., Lepekhina T. V. The influence of origin on milk productivity of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 839(3) doi:10.1088/1755-1315/839/3/032005
- Dolmatova I.A., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu., Denisenko A.N. Cheese suitability (rennet coagulability) of milk of cows of different lines *Modern trends in scientific and personnel support of agro-industrial complex. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. 2020. 206-209. (In Russian)
- Harlap S. Yu., Sorokina N. I., Moskvina L. A., Kulmakova N. I., Bezharin T. I. Influence of the breed lineage of cows on correlation of productive qualities depending on lactation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012071
- Harlap S. Yu., Gorelik A. S., Kvarditsky E. V., Vinogradova N. D., Batalov A. S., Tamaev S. A. Technological properties of cow's milk depending on the season of the year. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 613(1) doi:10.1088/1755-1315/613/1/012047
- Harlap S. Yu., Gorelik A. S., Fedoseeva N. A., Shepinev D. A., Kvarditsky E. V., Sen M. N. Assessment of the impact of the inbreeding level on productive traits and length of the productive life of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 613(1) doi:10.1088/1755-1315/613/1/012045
- Gorelik A. S., Nesterenko A. A., Arkanov P. V., Vagapova O. A., Melnikova E. Dairy productivity of cows — daughters of bull producers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677(2) doi:10.1088/1755-1315/677/2/022113
- Fedoseeva N. A. et al. Productive qualities of holsteinized black-and-white cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012068
- Sineva A., Lysenko A., Safonov V., Mikhalev V. The dairy cows post-

partum period dynamics during the ovaries ovulatory function recovery and depression. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 42073.

- Gorelik O. V., Afonina D. A., Likhodeevskaya O. E., Zezin N. N. Productive qualities of holstein black-and-white cattle of different genotypes according to kappa-casein. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012076
- Likhodeevskaya O. E. et al. Comparative assessment of productive qualities of holsteinized black-and-white cattle by lines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012082
- Mikolaychik I. N. et al. The relationship between the duration of the service period and the milk yield of the holsteinized black-mottled breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 677(4) doi:10.1088/1755-1315/677/4/042016
- Harlap S. Yu., Gorelik A. S., Bitkeeva M. A., Demina N. A., Mullagulova G. M. Dynamics of correlation coefficients of economic and productive characteristics depending on the age of cows. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254 doi:10.1051/e3sconf/202125408023
- Harlap S. Yu., Sorokina N. I., Moskvina L. A., Kulmakova N. I. and Bezharin T. I. Influence of the breed lineage of cows on correlation of productive qualities depending on lactation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 848(1) doi:10.1088/1755-1315/848/1/012071
- Harlap S. Yu., Gorelik A. S., Fedoseeva N. A., Shepinev D. A., Kvarditsky E. V., Sen M. N. Assessment of the impact of the inbreeding level on productive traits and length of the productive life of cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 613(1) doi:10.1088/1755-1315/613/1/012045
- Gorelik O. V., Harlap S. Yu., Drobyshevsky M. V., Khramykh O. V., Larionova S. E. Changes in the live weight of cows with age and its impact on their productive qualities. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254 doi:10.1051/e3sconf/202125408024
- Smakuyev D. et al. Acclimatization and productive qualities of american origin aberdeen-angus cattle pastured at the submontane area of the northern Caucasus. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2021. 20(7) 433-42 doi:10.1016/j.jssas.2021.05.011

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Васильевна Горелик^{1,2},

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация;

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

<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

E-mail: olgao205en@yandex.ru

Дарья Алексеевна Афонина^{1,2},

научный сотрудник, аспирант

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация;

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

Алексей Анатольевич Белококов,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

E-mail: belookov@yandex.ru

Сергей Леонидович Сафронов,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

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

<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

E-mail: safronovsl@list.ru

Наталья Ивановна Кульмакова,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

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

<https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>

E-mail: kni11@mail.ru

Ирина Валерьевна Бобылева,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0001-6344-8601>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Vasilyevna Gorelik^{1,2},

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation;

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

<https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

E-mail: olgao205en@yandex.ru

Darya Alekseevna Afonina^{1,2},

research associate, graduate student

¹ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation;

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

Alexey Anatolyevich Belookov,

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-1083-5832>

E-mail: belookov@yandex.ru

Sergey Leonidovich Safronov,

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

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

<https://orcid.org/0000-0002-5478-9698>

E-mail: safronovsl@list.ru

Natalia Ivanovna Kulmakova,

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0372-6109>

E-mail: kni11@mail.ru

Irina Valeryevna Bobyleva,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6344-8601>

Е.А. Ларькина¹, ✉
 У.Х. Акилов¹,
 Ж.Ш. Туйчиев²,
 Э.К. Асронов²,
 М.Б. Солиева²,
 Н.К. Абдикаюмова³

¹ «Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности, Научно-исследовательский институт шелководства, Ташкент, Узбекистан

² Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, Андижан, Узбекистан

³ Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, Узбекистан.

✉ uzniish@mail.ru

Поступила в редакцию:
04.03.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



 Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120

Elena A. Larkina¹, ✉
 Ulugbek Kh. Akilov¹,
 Zhaloliddin Sh. Tuychiev²,
 Ergashali K. Asronov²,
 Madina B. Solieva²,
 Nigora K. Abdikayumova³

¹ Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry, Scientific-research Institute of Sericulture, Tashkent, Uzbekistan.

² Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan

³ Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan

✉ uzniish@mail.ru

Received by the editorial office:
04.03.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве

РЕЗЮМЕ

Введение. Значение селекции в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур может быть прекрасно продемонстрировано на тутовом шелкопряде. В течение 5 тысяч лет проводился беспрерывный отбор, основным признаком для которого была шелконосность. Однако чем продуктивнее становится объект, тем труднее и сложнее оказывается традиционная селекция. Новые методы селекции могут возникнуть в результате применения искусственных способов размножения.

Методика. Применение к тутовому шелкопряду всех известных науке способов искусственного размножения (амейотического и мейотического партеногенезов, гиногенеза, андрогенеза, полиплоидии) с различными цитогенетическими механизмами и методов регуляции пола открыло новые экспериментальные возможности. Оно позволяет в широких пределах управлять наследованием признаков у популяции, что особенно эффективно при комбинированном использовании искусственных способов размножения (при гибридизации партеногенетических клонов и детерминированных по полу пород тутового шелкопряда). Методики выведения, сохранения и использования генетически модифицированных пород шелкопряда отработаны и многократно проверены.

Результаты. Созданные в наших исследованиях промышленные гибриды между партеногенетическими клонами и мечеными по полу на стадии яйца породами отличаются высоким гетерозисом по жизнеспособности гусениц (95,0–96,0%), легкостью приготовления гибридной грены, экономической выгодой из-за упразднения племенной работы, сортировки коконов, а также дорогостоящей, длительной и очень неточной операции деления коконов по полу.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд, грена, гусеница, кокон, бабочка, самка, самец, детерминированность по полу, хромосома, генетическая модификация, партеногенетический клон

Для цитирования: Ларькина Е.А., Акилов У.Х., Туйчиев Ж.Ш., Асронов Э.К., Солиева М.Б., Абдикаюмова Н.К. Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120>

© Ларькина Е.А., Акилов У.Х., Туйчиев Ж.Ш., Асронов Э.К., Солиева М.Б., Абдикаюмова Н.К.

The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture

ABSTRACT

Relevance. The importance of breeding in increasing the productivity of agricultural animals can be perfectly demonstrated on the mulberry silkworm. For 5 thousand years, continuous selection was carried out, the main feature for which was silkiness. However, the more productive the object becomes, the more difficult and complicated traditional breeding turns out to be.

Methods. New methods of breeding can be developed as a result of the use of artificial methods of reproduction. The implementation of all methods of artificial reproduction known to science (ameioteic and meiotic parthenogenesis, gynogenesis, androgenesis, polyploidy) with various cytogenetic mechanisms and methods of sex regulation to the silkworm has opened up new experimental possibilities. This makes it possible to control the inheritance of traits in a population within a wide range, which is especially effective when using artificial breeding methods in combination, for example, when breeding hybridizing parthenogenetic clones and sex-determined silkworm. Methods of breeding, preservation and use of genetically modified silkworm breeds have been worked out and repeatedly tested.

Results. The industrial hybrids created in our research by breeding parthenogenetic clones and sex-labeled breeds at the egg stage are characterized by high heterosis in caterpillar viability (95.0–96.0%), ease of preparation of hybrid grene, economic benefits due to the abolition of breeding work, cocoon sorting, as well as expensive, lengthy and very inaccurate cocoon division by gender.

Key words: silkworm, grene, caterpillar, cocoon, butterfly, female, male, sex determination, chromosome, genetic modification, parthenogenetic clone

For citation: Larkina E.A., Akilov U. Kh., Tuychiev J. Sh., Asronov E. K., Soliyeva M. B., Abdikayumova N. K. The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120>

© Larkina E.A., Akilov U. Kh., Tuychiev J. Sh., Asronov E. K., Soliyeva M. B., Abdikayumova N. K.

Введение/Introduction

Генетическая пластичность геномов тутового шелкопряда обеспечила приспособляемость организмов к предлагаемым условиям существования и привела к медленному прогрессивному сдвигу профилирующих признаков популяции как реакции на изменения адаптивной зоны.

В результате тутовой шелкопряд потерял способность летать, стал строгим монофагом, приобрел большую массу тела, высокую шелконосность коконов и попал в полную зависимость от человека. Однако только переход шелководства в начале прошлого века на научную основу придал новое ускорение формообразовательному процессу в развитии тутового шелкопряда и определил вектор этого развития. Шелкопряд наряду с утилитарным значением приобрел статус научного объекта и лабораторного животного. В научно-исследовательском институте шелководства в Ташкенте со времени его организации (1927 г.) и до настоящего времени проводятся очень важные и в определенной степени уникальные научные разработки.

Именно на тутовом шелкопряде достигнуты серьезные успехи по клонированию и генетическому модифицированию, разработаны методы получения мейотического и амейотического партеногенеза [1], двухотцовского и одноотцовского андрогенеза, осуществлена аутополиплоидизация, найдены способы создания гетерогеномных полиплоидов, решены вопросы применения и закрепления гетерозиса, изучены генетические механизмы регуляции пола, найдены пути получения гомозиготных линий [2], изучены наследуемость и коррелятивные взаимосвязи многих репродуктивных, продуктивных и технологических признаков тутового шелкопряда, начато изучение генетических основ поведения шелкопряда [3].

Цитогенетические методы выведения маркированных или меченных по полу пород тутового шелкопряда сводятся к следующему. Действием ионизирующих излучений на половую W-хромосому транслоцируется часть аутосомы с доминантным геном-маркером. Нормальные гомологи транслоцированной части аутосомы должны у обоих полов нести рецессивные аллели гена-маркера. Это достигается в результате ряда возвратных скрещиваний транслокантных самок с самцами, гомозиготными по рецессивному аллелю. Так как женский пол у тутового шелкопряда определяется сочетанием половых хромосом W и Z, а мужской — хромосом ZZ, то, очевидно, в генотип всех женских индивидуумов вместе с W-хромосомой вносится транслоцированный доминантный ген, определяющий соответственно развитие доминантного признака-маркера. У самцов, не получающих от своих родителей доминантный ген, проявится альтернативный рецессивный признак. Поэтому бабочки-самки таких пород откладывают грену двух цветов: темную и светлую в соотношении 1:1. Из темных яиц вылупляются самки, из светлых — самцы [4, 5].

На сегодняшний день в НИИШ сохраняются и находятся на разных стадиях селекционного процесса около 150 пород. Сто двадцать из них содержатся в живой коллекции пород тутового шелкопряда НИИШ. Остальные 30 проходят селекционный отбор и вовлечены в процессы гибридизации в лабораториях НИИШ.

Известно, что тутовый шелкопряд используется в промышленном шелководстве всего мира только в виде гибридов первого поколения для максимального использования гетерозиса. Анализ промышленной грены показал, что в ней содержится всего 20–25% ги-

бридных яиц, в то время как остальные яйца являются материнской исходной породой. Все это приводит к снижению урожайности и неоднородности коконного сырья. Следовательно, преимущественно гибридизация в шелководстве используются не более чем на 25%. Точное разделение вручную по трудноразличимым половым морфологическим признакам десятков миллионов гусениц и куколок у нас в стране неприменимо из-за крайне низкой производительности этого процесса и недостатка свободной рабочей силы [6, 7].

Производство гибридов F1 в шелководстве осуществляется путем выведения промышленных пород, генетически меченных по полу на стадии яйца, а также партеногенетических клонов. Контролируемое создание форм с высокой комбинационной способностью и сохранение гетерозиса в последовательных поколениях возможно благодаря разработке эффективных способов управления размножением и развитием тутового шелкопряда [8, 9].

Разработка метода температурного телитокического партеногенеза была осуществлена Б.Д. Астауровым. Цитогенетический механизм клонирования методом термоактивации основан у тутового шелкопряда на выпадении из мейоза под воздействием высокой температуры редукционного деления. В неоплодотворенном активированном температурой яйце более или менее успешно происходит митотическое деление, и диплоидной генотип передается неизменным партеногенетическому потомству. Поскольку у тутового шелкопряда гетерогаметным полом является женский, то естественно, что из термоактивированных неоплодотворенных яиц развиваются исключительно самки.

В отделе механизации НИИШ сконструировано малогабаритное (40 см × 30 см × 1,5 м) высокопроизводительное «Устройство с программным обеспечением и технологией для деления грены меченных по полу пород тутового шелкопряда», разделяющее грену на самцов и самок со скоростью 14 яиц в одну секунду и с ошибкой 1,5–2,0% [10].

Таким образом, создаются все условия для приготвления 100%-но чистых гибридов с максимальным проявлением гетерозиса и облегченным вариантам приготовления грены клонально-породных высокогетерозисных, экономически целесообразных гибридов [11–14].

Целью работы является улучшение репродуктивных свойств отобранных для исследования пород и оценка основных показателей созданных гибридов.

Материалы и методы/Materials and method

Исследования проводились в лаборатории генетики и селекции тутового шелкопряда в НИИ шелководства при участии сотрудников Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий в 2016–2018 гг. В работе использовались партеногенетические клоны АПК, 29ПК, 9ПК, 261ПК, 5140ПК, 113ПК и меченные по полу на стадии грены породы С-5 W₂W₂, С-5 пр. г. W₂W₂, С-6 W₃W₃, С-10 W₃W₃, С-12 W₅W₅, С-13 W₂W₂, С-14 W₃W₃, Б-1 W₂W₂, Б-1 W₃W₃, Б-2W₅W₅, САНИИШ-8 W₃W₃, САНИИШ-9 W₂W₂, содержащиеся в мировой коллекции пород тутового шелкопряда НИИШ. Породы с транслокацией гена W₂W₂ продуцируют светло-желтый цвет грены самцов, гена W₃W₃ — темно-бурый, W₅W₅ — бурый.

В работе применялись следующие методы:

- традиционный селекционный отбор на всех стадиях развития с учетом генетических особенностей используемых линий и пород;

- отбор по двигательной активности гусениц-ожиленцев и бабочек-самцов;
- репродукция партеногенетических клонов путем термоактивации неоплодотворенной грены;
- ранжирование линий и пород по биологическим показателям;
- биометрическая обработка полученных данных с помощью компьютерной программы «Microsoft Office Excel».

Отобранные для исследований породы и партеногенетические клоны выкармливались в весенний сезон по групповой и индивидуальной схемам селекции по 200–220 гусениц в трех повторностях или семьях.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Биологические показатели 6 партеногенетических клонов были ранжированы для объективной оценки селекционного материала и выбора наиболее продуктивных клонов для гибридизации. Градация клонов производилась отдельно по каждому оцениваемому признаку. После этого по минимальным суммарным баллам были отобраны лучшие клоны.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что первое место по оживляемости грены занимает партеноклон ♀♀9ПК, второе — ♀♀113ПК, ♀♀АПК, ♀♀153ПК, третье — ♀♀29ПК и четвертое — ♀♀5140ПК. По жизнеспособности гусениц первое место занимают партеноклоны ♀♀29ПК, ♀♀9ПК и ♀♀АПК, второе — ♀♀113ПК, ♀♀153ПК и ♀♀5140ПК. По шелконосности коконов первое место занимает партеноклон ♀♀5140ПК, второе — ♀♀АПК, третье — ♀♀9ПК, четвертое — ♀♀153ПК и пятое — ♀♀29ПК и ♀♀113ПК. По минимальной сумме баллов и, соответственно, по лучшим показателям биологических характеристик первое место занимают партеноклоны ♀♀9ПК и ♀♀АПК. Они и были выбраны для гибридизации с мечеными по полу породами.

Исходные самки тутового шелкопряда имеют различное фенотипическое выражение селекционного признака с неизвестными долями генетической и паратипической компоненты. Фенотипические показатели партеноклона, состоящего из нескольких сотен изогенных особей, в большей мере, чем у отдельной особи, обусловлены генотипической компонентой. Благодаря этому показатели партеноклонов можно рассматривать как стабильные и достаточно точно отображающие истинную генетическую ценность клона. Именно поэтому с партеноклонами не проводится племенная селекция,

Таблица 1. Ранги партеноклонов по биологическим показателям (2016 г.)

Table 1. Ranks of parthenocloned by biological indicators (2016)

№	Партеногенетические клоны	Оживляемость грены, %		Жизнеспособность гусениц, %		Шелконосность коконов, %		Сумма баллов	Занимаемое место по минимальной сумме баллов
		%	ранг	%	ранг	%	ранг		
1	♀♀29ПК	72,8	3	86,3	1	15,0	5	9	4
2	♀♀113ПК	80,0	2	70,1	2	15,2	5	9	4
3	♀♀9ПК	90,0	1	84,5	1	19,5	3	5	1
4	♀♀АПК	85,0	2	80,3	1	20,3	2	5	1
5	♀♀153ПК	81,3	2	79,8	2	18,9	4	8	3
6	♀♀5140ПК	67,8	4	77,1	2	21,2	1	7	2

Таблица 2. Ранги меченных по полу на стадии грены пород с оценкой биологических показателей (2016 г.)

Table 2. Ranks of sex-labeled at the egg stage breeds with evaluation of biological indicators (2016)

№	Наименование пород	Жизнеспособность гусениц, %		Масса кокона, г		Шелконосность коконов, %		Сумма баллов	Место по мин. суммам
		абсол. един.	ранг	абсол. един.	ранг	абсол. един.	ранг		
1	САНИИШ 8 W ₃ W ₃	90,8	1	1,41	11	15,8	12	24	10
2	САНИИШ 9 W ₂ W ₂	79,5	11	1,59	5	20,1	10	26	11
3	Белококонная-1 W ₂ W ₂	89,2	2	1,51	7	20,0	11	20	7
4	Белококонная-2 W ₅ W ₅	83,8	9	1,62	4	20,6	8	21	8
5	С-6 W ₅ W ₅	86,9	7	1,63	3	20,3	9	19	6
6	С-5 W ₂ W ₂	84,4	8	1,64	2	23,9	1	11	1
7	С-10 W ₃ W ₃	88,6	3	1,43	9	23,0	4	16	3
8	С-12 W ₅ W ₅	88,5	4	1,53	6	23,7	2	12	2
9	С-13 W ₂ W ₂	88,6	3	1,44	9	22,8	5	17	4
10	С-14 W ₃ W ₃	88,2	5	1,46	8	23,4	3	16	3
11	Белококонная-1 W ₃ W ₃	87,8	6	1,43	10	21,9	6	2,2	9
12	С-5 пр. гус. W ₂ W ₂	80,4	10	1,09	1	21,3	7	18	5

Рис. 1. Бабочка и гrena породы C-10 W₃W₃**Fig. 1.** Butterfly and gren breed C-10 W₃W₃

однако показатели клонов сохраняются неизменными на протяжении десятков лет.

При выборе пород для создания 100%-но чистых гибридов было проведено ранжирование меченных по полу на стадии грены пород по жизнеспособности гусениц, массе кокона и шелконосности коконов. Результаты приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что первые места по жизнеспособности гусениц занимают породы САНИИШ 8 W₃W₃ — 90,8, Белококонная 1 W₂W₂ — 89,2%, C-10 W₃W₃ — 88,6%, C-13 W₂W₂ — 88,6%. Высокая масса кокона наблюдается у пород C-5 пр. гус. W₂W₂ — 1,69 г, C-5 W₂W₂ — 1,64 г, C-6 W₂W₂ — 1,62 г. Лучшими по шелконосности коконов оказались породы C-5 W₂W₂ — 23,9%, C-12 W₅W₅ — 23,7%, C-14 W₃W₃ — 23,4%, C-10 W₃W₃ — 23,0%. Наименьшие суммы баллов и, соответственно, высокие ранги набирают породы C-5 W₂W₂, C-12 W₅W₅, C-10 W₃W₃. Эти породы и выбраны нами для создания 100%-но чистых гибридов.

На рисунке 1 изображена бабочка-самка меченной по полу на стадии грены породы C-10 W₃W₃, отклады-

Рис. 2. Устройство с программным обеспечением и технологией для деления грены меченных по полу пород тутового шелкопряда**Fig. 2.** A device with software and technology for dividing the grain of silkworm breeds labeled by sex

вающая грену двух цветов — темную (самки) и светлую (самцы).

В нашем исследовании важным показателем, к увеличению которого мы стремимся, является выход грены с одного килограмма племенных коконов. Поскольку меченные по полу породы в силу их специфической генетической модификации производят грену двух цветов — светлую (самцы) и темную (самки), которая легко делится на специальном аппарате (рис. 2), то гибриды между ними имеют 100%-ную чистоту. Таким образом, гrena приобретает особую ценность и доходы грензаводов напрямую становятся зависимыми от количества приготовленной грены. Сочетание высокой шелковой продуктивности с высоким выходом грены было бы самым оптимальным вариантом отбора [17].

На рисунке 2 представлен специальный аппарат для деления грены по цвету.

Известно, что количество яиц в кладке тесно коррелирует с массой яиц в кладке и в меньшей степени — с оживляемостью яиц. Результаты наших исследований согласуются с этими наблюдениями. Увеличение числа нормальных яиц в кладке происходит в полном соот-

Таблица 3. Репродуктивные показатели и оживляемость яиц исследуемых пород по годам (2016–2018 гг.)**Table 3. Reproductive indicators and egg vivacity of the studied breeds by year (2016–2018)**

№	Породы	Годы	Кол-во норм. яиц, шт.		Масса норм. яиц, мг		Оживление яиц, %	
			$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv
1	C-5	2016	540±5,0	13,4	290±3,1	15,4	91,6±0,4	6,7
		2017	544±15,9	13,8	298±3,3	15,9	87,9±0,8	6,6
		2018	581±12,0	12,1	305±3,0	14,8	94,9±0,6	6,1
		Сред.	555±11,1	13,1	297±3,1	15,4	91,4±0,6	6,5
2	C-10	2016	492±6,7	18,3	246±4,0	21,7	95,5±0,40	4,1
		2017	534±6,6	18,0	280±10,1	20,6	93,7±0,4	5,0
		2018	542±6,2	17,6	282±8,2	18,4	97,6±0,4	4,0
		Сред.	523±6,5	18,0	269±7,4	20,2	95,6±0,4	4,4
3	C-12	2016	624±15,0	13,2	324±7,9	13,3	98,0±0,6	3,3
		2017	586±9,0	13,1	306±8,0	13,3	98,5±0,6	3,6
		2018	650±13,5	12,8	336±7,5	12,9	98,7±0,6	3,2
		Сред.	620±12,5	13,0	322±7,8	13,2	98,4±0,6	4,4
4	Ипакчи 1 (к)	2016	654±6,6	10,7	354±7,9	15,2	96,6±0,4	6,6
		2017	584±6,6	10,8	299±7,9	15,8	95,5±0,2	7,4
		2018	602±5,1	8,1	323±6,0	10,2	93,3±0,3	8,0
		Сред.	613±6,1	9,9	325±7,3	13,7	95,1±0,3	7,3

ветствии с ростом массы кладки и очень незначительно связанос оживляемостью яиц (табл. 3).

Из таблицы 3 наглядно видно, как планомерный селекционный отбор привел к улучшению репродуктивных показателей. Однако разные породы по-разному отреагировали на селекционный отбор по репродуктивным признакам. Например, количество нормальных яиц у породы С-5 увеличилось с 540 шт. в 2016 г. до 581 шт. в 2018 г., то есть на 41 яйцо, у породы С-10 — с 492 шт. в 2016 г. до 542 шт. в 2018 г. — на 50 яиц, у породы С-12 — с 624 шт. в 2016 г. до 650 шт. в 2018 г. — на 26 яиц. Таким образом, за 3 года отбора лучших по размеру яйцекладки семей больше всего увеличилось число грены в кладке у породы С-10 — на 50 яиц.

Масса нормальных яиц в кладке у породы С-5 выросла с 290 мг в 2016 г. до 305 мг в 2018 г. — на 15 мг, у породы С-10 — с 246 мг в 2016 г. до 282 мг в 2018 г. — на 36 мг, у породы С-12 — с 324 мг в 2016 г. до 336 мг в 2018 г. — на 12 мг. Следовательно, лучше других на селекционный

отбор по репродуктивным признакам отреагировала порода С-10 — увеличением массы кладки на 36 мг.

В целом же репродуктивные показатели меченных по полу пород находятся на уровне соответствующих показателей контрольной породы Ипакчи 1.

Коэффициенты вариаций репродуктивных признаков были и остались достаточно высокими даже после трех лет отбора, хотя и несколько снизились в пределах пород. Например, у породы С-5 коэффициенты вариации по количеству яиц в кладке составили в 2016 г. — 13,4%, в 2017 г. — 13,8%, в 2018 г. — 12,1%, у породы С-10 коэффициенты вариации по массе нормальных яиц в кладке оказались в 2016 г. — 21,7%, в 2017 г. — 20,6%, в 2018 г. — 18,4%, у породы С-12 коэффициенты вариации по массе 1-го яйца были в 2016 г. — 5,4%, в 2017 г. — 5,5%, в 2018 г. — 5,1%. Высокие коэффициенты вариаций по репродуктивным признакам меченных по полу на стадии грены пород говорят о том, что генетическая вариабельность пород еще не исчерпана и в случае продолжения селекционно-племенного отбора можно

Таблица 4. Репродуктивные показатели грены и жизнеспособности гусениц клонально-породных гибридов (2016–2018 гг.)

Table 4. Reproductive indicators of gren and viability of caterpillars of clonal-breed hybrids (2016–2018)

№	Гибриды	Годы	Количество нормальных яиц, шт.	Масса нормальных яиц, мг	Жизнеспособность гусениц, %
1	♀АПК x ♂С-5	2016	570±5,8	282±3,3	93,1±1,0
		2017	600±5,9	287±3,8	95,7±2,1
		2018	631±3,9	315±3,0	98,2±1,5
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	600±4,2	295±3,4	95,7±1,5*
		Отн. конт., %	103,2	106,8	106,1
2	♀АПК x ♂С-10	2016	580±7,2	270±4,4	93,5±0,8
		2017	602±8,2	291±3,6	95,1±1,1
		2018	640±3,6	321±5,2	94,7±2,0
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	607±6,3	294±4,4	94,4±1,3
		Отн. конт., %	104,4	106,5	104,7
3	♀АПК x ♂С-12	2016	570±5,3	270±3,5	94,8±3,0
		2017	580±6,2	293±3,0	95,1±0,7
		2018	630±4,2	300±4,0	94,2±2,0
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	593±5,2	288±3,5	94,7±1,9*
		Отн. конт., %	102,0	104,2	105,0
4	♀9ПК x ♂С-5	2016	581±5,5	270±4,3	95,1±0,9
		2017	571±6,2	280±5,2	96,1±1,2
		2018	624±4,8	320±3,4	94,2±1,5
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	592±5,5	290±4,3	95,1±1,2*
		Отн. конт., %	101,8	105,7	105,4
5	♀9ПК x ♂С-10	2016	555±6,2	280±3,8	95,1±2,7
		2017	599±4,6	299±2,3	97,5±1,0
		2018	640±5,9	333±4,4	95,7±1,2
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	598±5,6	304±3,5	96,1±1,6*
		Отн. конт., %	102,8	110,1	106,5
6	♀9ПК x ♂С-12	2016	540±6,9	270±4,5	94,1±2,3
		2017	599±8,4	280±2,8	96,0±1,9
		2018	630±5,3	320±6,7	96,8±1,3
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	590±6,9	290±4,7	95,6±1,8*
		Отн. конт., %	101,4	105,1	106,0
Ипакчи-1 x Ипакчи-2 (контроль)		2016	550±9,0	260±4,8	85,9±2,1
		2017	556±7,3	268±4,6	93,2±1,5
		2018	639±8,6	300±5,2	91,5±1,0
		$\bar{X} \pm S\bar{X}$	582±8,3	276±4,9	90,2±1,5
		Конт., %	100	100	100

добиться дальнейшего некоторого улучшения показателей и стабилизации репродуктивных признаков.

Используя партеногенетические клоны как материнские и скрещивая их с породами, мечениями по полу, можно получить клонально-породные гибриды со 100%-й чистотой. Полученные таким способом гибриды F1 отличаются от обычных высокими продуктивными показателями и высокой жизнеспособностью. Причина в том, что все женские особи, участвующие в гибридизации, являются генетическими копиями. Известно, что генотип материнских клонов не изменяется по поколениям. Поэтому такие промышленные гибриды по своим продуктивным показателям и по гетерозису из года в год остаются неизменными. На протяжении наших исследований бабочки-самки партеногенетических клонов АПК и 9ПК скрещивались с самцами мечения пород С-10, С-5, С-12. Скрещивания производились по следующей схеме: АПК х С-5, АПК х С-10, АПК х С-12, 9ПК х С-5, 9ПК х С-10, 9ПК х С-12.

В 2016, 2017, 2018 гг. все гибриды выкармливались в трехкратной повторности по 220 шт. гусениц в каждой (табл. 4).

Как видно из таблицы 4, количество нормальных яиц в гибридах увеличивалось из года в год в соответствии с увеличением размера яйцекладки пород, подвергшихся селекционному отбору (табл. 3), и превысило контроль. Наибольшее число яиц в кладке по окончании селекционного отбора наблюдается у гибридов АПК х С-5 — 631 шт., АПК х С-10 — 640 шт., 9ПК х С-10 — 640 шт.

Масса нормальных яиц повышена в гибриде АПК х С-5 от 282 до 315 мг, АПК х С-10 — от 270 до 321 мг, АПК х С-12 — от 270 до 300 мг, 9ПК х С-5 — от 270 до 320 мг, 9ПК х С-10 — от 280 до 333 мг и в гибриде 9ПК х С-12 — от 270 до 320 мг. В контроле (Ипакчи 1 х Ипакчи 2) этот показатель находится в пределах 260–300 мг.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Показатели жизнеспособности у всех гибридов по годам находятся на достаточно хорошем уровне. Этот показатель в гибриде АПК х С-5 определяется в пределах 93,1–98,2%, АПК х С-10 — 93,5–95,1%, АПК х С-12 — 94,2–95,1%, 9ПК х С-5 — 94,2–96,1%, 9ПК х С-10 — 95,1–97,5%, 9ПК х С-12 — 94,1–96,8%, в контрольном варианте — 85,9–93,2%. Данные, представленные в таблице 4, полностью подтверждают перечисленные ранее преимущества клонально-породных гибридов.

По совокупности рассмотренных показателей лучшими гибридами являются АПК х С-5, 9ПК х С-5, 9ПК х С-10. Но так как все клонально-породные гибриды превосходят по репродуктивным показателям и жизнеспособности контрольный гибрид, они все могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

Выводы/Conclusion

1. Партеногенетические клоны и детерминированные по полу цветом яиц породы тутового шелкопряда, созданные искусственно как средство управления размножением шелкопряда, позволяют регулировать наследование необходимых признаков и увеличивают генетическое разнообразие в популяции.

2. Гибриды между партеноклонами и мечениями по полу породами отличаются высокой жизнеспособностью гусениц — 94,4–96,1% и повышенной массой яиц в кладке — 288–304 мг.

3. При приготовлении клонально-породных гибридов нет необходимости в проведении многолетней дорогостоящей племенной работы с клонами, кроме того, из цикла генопроизводства выпадает длительная и неточная операция деления коконов по полу, что делает использование данных гибридов экономически выгодным.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клименко В.В., Лысенко Н.Г., Хаююань Лян. Партеногенетическое клонирование в генетике и селекции тутового шелкопряда. Розведення I генетика тварин. Харьков. 2013; 47: 40-55.
2. Астауров Б.Л. Искусственный партеногенез у тутового шелкопряда (экспериментальное исследование). //М-Л, Изд-во АН СССР, 1940: 240-250.
3. Струнников В.А., Курбанов Р.К., Пашкина Т.А., Насриддинова С.Б., Исмагуллаев А.А. Рекомендация по получению клонально-породных промышленных гибридов тутового шелкопряда. Ташкент. 1992: 3-10.
4. Струнников В.А., Гуламова Л.М. Искусственная регуляция пола у тутового шелкопряда. Сообщ. 1 Выведение мечения по полу пород тутового шелкопряда. Генетика. 1969; 5(6): 52-72.
5. Кольцов Н.К. Искусственный партеногенез у шелковичного червя. // Проблемы животноводства. – Москва. 1972:55-64.
6. Насириллаев У.Н., Леженко С.С. Основные методические положения племенной работы с тутовым шелкопрядом (руководящий документ). Ташкент. 2002: 3-20.
7. Ларькина Е.А., Салихова К., Якубов А.Б. Использование метода отбора по двигательной активности для сохранения свойств коллекционных пород тутового шелкопряда. Агро илм. 2012; 2(22): 51-52.
8. Насириллаев Б.У., Жуманиезов М.Ш., Халилова М.Ф. Управление полом тутового шелкопряда и изменение технологических показателей гибридного потомства F1. Наука и инновационное развитие. Ташкент. 2020; 3: 77-82.

REFERENCES

1. Klimentko V.V., Lysenko N.G., Haoyuan Liang. Parthenogenetic cloning in genetics and breeding of silkworms. Rozvedennyya I genetics tvarin. Kharkiv, 2013; 47: 40-55. (In Russian.)
2. Astaurov B.L. Artificial parthenogenesis in silkworms (experimental study). //M-L, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1940: 240-250. (In Russian.)
3. Strunnikov V.A., Kurbanov R.K., Pashkina T.A., Nasriddinova S.B., Ismatullaev A.A. Recommendation for obtaining clan-bred industrial hybrids of silkworm. Tashkent, 1992: 3-10. (In Russian.)
4. Strunnikov V.A., Gulamova L.M. Artificial regulation of sex in silkworms. Message.1 Breeding of sex-labeled silkworm breeds. Genetics. 1969; 5(6): 52-72. (In Russian.)
5. Koltsov N.K. Artificial parthenogenesis in the silkworm. // Problems of animal husbandry. – Moscow. 1972:55-64. (In Russian.)
6. Nasirillaev U.N., Lezhenko S.S. The main methodological provisions of breeding work with silkworms (guidance document). Tashkent. 2002: 3-20. (In Russian.)
7. Larkina E.A., Salikhova K., Yakubov A.B. Using the method of selection by motor activity to preserve the properties of collection silkworm breeds. Agro ilm. 2012; 2(22): 51-52. (In Russian.)
8. Nasirullaev B.U., Zhumaniyazov M.Sh., Khailova M.F. Sex management of silkworms and changes in technological indicators of hybrid progeny F1. Science and innovative development. Tashkent, 2020; 3: 77-82. (In Russian.)

9. Насириллаев Б.У. Перспективные селекционные линии и промышленные гибриды тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. // Актуальные проблемы производства качественного и конкурентноспособного коконного сырья. Изд. «Фан». - Ташкент. 2017. - С. 19-24.
10. Mirzakhodjaev A., Bazarov R.K., Dadajanova D.X. The Silkworm Eggs Separator with the Novel Electronic Computing Unit. //J. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), - India, Bhopal, 2020; 8 (5): 1314-1318.
11. Абдукаюмова Н., Ларкина Е.А. Перспективы использования меченных по полу на стадии гревы пород мировой коллекции тутового шелкопряда. «Молодой ученый». Россия, Москва. 2018; 50(1): 104-106.
12. Данияров У.Т. Пилла толасининг сифатини ошириш учун тут ипак қуртининг партеногенетик клонларидан фойдаланиш. // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. Ташкент. 2018; 10:42.
13. Акилов У.Х. Тут ипак қуртининг клон-зотли тоза саноатбоп дурагайлари ва компонент зотларнинг маҳсулдорлик кўрсаткичлари. // «Қишлоқ хўжалиги илм-фанида ешларнинг роли» Республика илмий-амалий конференцияси илмий маълумот тўплами. 2-жилд. -Ташкент, 2020. 283-287-б.
14. Акилов У.Х. Обоснование использования партеногенетических клонов в создании чистых промышленных гибридов тутового шелкопряда. Автореферат. Ташкент. 2021:1-48.
15. Акилов У.Х. Тут ипак қуртининг клон-зотли саноатбоп дурагайлари. Агроилм. Ташкент, 2019; 2:50-51.
16. Меркурьева Б.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. Москва. 1970: 141-144.
17. Larkina E.A., Mirzakhodjaev B.A., Bazarov.R.K. Genetic potential and prospects for using of silkworm breeds, marked by sex at the egg stage //Международный научно-исследовательский журнал. «Евразийский Союз Ученых» 2019; 5(62): 30-32.

OB AVTORAX:

- Елена Алексеевна Ларкина,**
старший научный сотрудник лаборатории генетики тутового шелкопряда
«Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности», Научно-исследовательский институт шелководства, 1-дом. ул. Ипакчи, Ташкент, 100169, Узбекистан.
<https://orcid.org/0000-0002-6523-9106>
- Улугбек Хакимович Акилов,**
доктор философии (PhD) сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории генетики тутового шелкопряда
«Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности», Научно-исследовательский институт шелководства. 1-дом. ул. Ипакчи, Ташкент, 100169, Узбекистан.
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>
- Жалолiddин Шаробиддинович Туйчиев,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан
e-mail: tuag_info@edu.uz
- Эргашали Каримбердиевич Асронов,**
старший преподаватель
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>
- Мадина Ботировна Солиева,**
старший преподаватель
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан,
<https://orcid.org/0000-0002-7190-0552>
- Нигора Камолiddиновна Абдикайумова,**
ассистент кафедры шелководства и туговодства
Ташкентский государственный аграрный университет. 2-дом ул. Университетская, Ташкент, 100140, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0002-7190-8852>

9. Nasirullaev B.U. Promising breeding lines and industrial hybrids of the silkworm *Bombyx mori* L. //Actual problems of production of high-quality and competitive cocoon raw materials. Ed. "Fan". - Tashkent, 2017. - pp. 19-24. (In Russian.)
10. Mirzakhodjaev A., Bazarov R.K., Dadajanova D.X. The Silkworm Eggs Separator with the Novel Electronic Computing Unit. //J. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), - India, Bhopal, 2020; 8 (5): 1314-1318.
11. Abdukayumova N., Larkina E.A. Prospects the use of the breeds marked on the floor at the stage of greening of the world collection of mulberry shel-kopryad. "Young scientist". Russia, Moscow. 2018; 50(1): 104-106. (In Russian.)
12. Daniyarov U.T. Pilla tolasining sifatini oshirish uchun tut ipak qurtining partenogenetik klonlaridan foydalanish. // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Tashkent. 2018; 10:42. ((in Uzbek)
13. Akilov U.H. Tut ipak qurtining klon-zotli toza sanoatbop duragaylari va komponent zotlarning mahsuldorlik ko'rsatgichlari. // "Qishloq xo'jaligi ilm-fanida yoshlarning roli" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi ilmiy maqolalar to'plami. 2-jild. -Toshkent, 2020. 283-287-b. (in Uzbek)
14. Akilov U.H. Substantiation of the use of parthenogenetic clones in the creation of pure industrial silkworm hybrids.Abstract. Tashkent. 2021:1-48. (In Russian.)
15. Akilov U.H. Tut ipak qurtining klon-zotli sanoatbop duragaylari. Agroilm. Tashkent, 2019; 2:50-51. (in Uzbek)
16. Merkuryeva B.K. Biometrics in breeding and genetics of farm animals. Moscow. 1970: 141-144. (In Russian.)
17. Larkina E.A., Mirzakhodjaev B.A., Bazarov.R.K. Genetic potential and prospects for using of silkworm breeds, marked by sex at the egg stage. //International Scientific Research Journal. "Eurasian Union of Scientists" 2019; 5(62): 30-32.

ABOUT THE AUTHORS:

- Elena Alekseevna Larkina,**
Senior Researcher of the Silkworm Genetics Laboratory
"Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry", Scientific-research Institute of sericulture. house-1. Ipakchi str., Tashkent, 100169, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-6523-9106>
- Ulugbek Khakimovich Akilov,**
PhD of Agricultural Sciences, Junior Researcher of the Silkworm Genetics Laboratory
"Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry", Scientific-research Institute of sericulture. house-1. Ipakchi str., Tashkent, 100169, Uzbekistan
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>
- Zhaloliddin Sharobiddinovich Tuychiev,**
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
e-mail: tuag_info@edu.uz
- Ergashali Karimberdievich Asronov,**
Senior Lecturer
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>
- Madina Botirovna Solieva,**
Senior Lecturer
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-7190-0552>
- Nigora Kamoliddinovna Abdikayumova,**
Assistant of the Department of Sericulture and Mulberry Growing
Tashkent State Agrarian University. bld-2, Universitet street, Tashkent, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-7190-8852>

УДК 631.51

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125

А.В. Ивенин¹, ✉
В.В. Ивенин²,
К.В. Шубина²,
А.П. Саков¹

¹ Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, с.п. Селекционной станции, Нижегородская область, Российская Федерация

² Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Российская Федерация

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Поступила в редакцию:
07.04.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125

Alexey V. Ivenin, ✉
Valentin V. Ivenin,
Ksenia V. Shubina,
Alexander P. Sakov

¹ Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture — branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, village Selektionnoy stancii, Kstovsky district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

² Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russian Federation

✉ a.v.ivenin@mail.ru

Received by the editorial office:
04.07.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона

РЕЗЮМЕ

Актуальность. После внедрения господдержки для предприятий, которые вводят в оборот залежные земли, все больше их начинают использовать для сельскохозяйственного производства. Однако научно обоснованных рекомендаций по разработке залежей для более эффективного их введения в сельскохозяйственное производство практически не существует.

Методы. Исследования проводили в полевом опыте в Нижегородской области на светло-серой лесной почве. Изучались технологии основной обработки залежных земель и их влияние на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур. Опыт закладывался по трехфакторной схеме.

Результаты. На светло-серых лесных почвах необходимо применять технологии производства зерновых культур с использованием механических обработок (традиционная технология и технология mini-till), которые позволяют создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений, чем технология прямого сева (no-till), и таким образом ведут к увеличению урожайности изучаемых культур. Установлено, что возделывание сидерального горчичного пара позволяет повысить урожайность изучаемых сельскохозяйственных культур. Было выявлено, что при прямой обработке залежных земель без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры наиболее энергетически окупаемой технологией являются традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент — 1,51). Внесение органических удобрений в виде выращивания сидеральной культуры без внесения минеральных удобрений снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий. При возделывании зерновых культур по минеральному фону и с выращиванием горчицы белой в качестве сидерата наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45), которая на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% — технологии no-till.

Ключевые слова: традиционная технология, технология mini-till, технология no-till, энергетический коэффициент, урожай

Для цитирования: Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П. Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125>

© Ивенин А.В., Ивенин В.В., Шубина К.В., Саков А.П.

The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region

ABSTRACT

Relevance. After the introduction of state support for enterprises that put fallow lands into circulation, more and more such lands are beginning to be used for agricultural production. However, there are practically no scientifically based recommendations for the development of fallow lands for their more effective introduction into agricultural production.

Methods. The research was carried out in a field experiment in the Nizhny Novgorod region on light gray forest soil. The technologies of basic processing of fallow lands and their impact on the yield and energy efficiency of grain cultivation were studied. The experiment was based on a three-factor scheme.

Results. The article says that on light gray forest soils it is necessary to apply technologies for the production of grain crops using mechanical treatments (traditional technology and mini-till technology), which allow creating more favorable conditions for the growth and development of cultivated plants than direct sowing technology (no-till), which in turn leads to an increase in the yield of the studied crops. It is established that the cultivation of *Sinapis alba* as green-manured fallow allows to increase the yield of the studied crops. It was revealed that with direct processing of fallow lands without the application of mineral fertilizers and without the cultivation of green manure crop, the most energetically recouped technology is the traditional technology of cultivation of grain crops (energy coefficient — 1.51). The introduction of organic fertilizers in the form of growing a green manure crop, without the introduction of mineral fertilizers, reduces the energy efficiency of all the technologies studied. When cultivating grain crops on a mineral background and with the cultivation of *Sinapis alba* as a green manure crop, the mini-till technology (energy coefficient — 1.45) is most energetically advantageous, it is more energy efficient than traditional technology by 0.7% and then no-till technology — by 14.5%.

Key words: traditional technology, mini-till technology, no-till technology, energy coefficient, yield

For citation: Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubin K.V., Sakov A.P. The influence of the technology of cultivation of fallow lands on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the conditions of the south-east of the Volga-Vyatka region. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125> (In Russian).

© Ivenin A.V., Ivenin V.V., Shubin K.V., Sakov A.P.

Введение/Introduction

На современном этапе развития России в сельскохозяйственную отрасль приходят все больше инвесторов, которые создают большие агрохолдинги. Для их успешного функционирования необходимо производить большие объемы сельскохозяйственной продукции. А это возможно путем повышения валового производства за счет увеличения урожайности, а также за счет ввода новых заброшенных площадей сельскохозяйственного назначения в производственный оборот. В Нижегородской области с 2019 г. была внедрена господдержка для сельскохозяйственных предприятий, которые вводят в оборот залежные земли, в результате чего ежегодно в оборот вводится до 20 тысяч гектар залежных земель сельскохозяйственного назначения. Однако научно обоснованных рекомендаций по разработке залежных земель для более эффективного их введения в сельскохозяйственное производство практически не существует [1, 2].

В настоящее время, когда существуют новая высокотехнологичная энергоемкая сельскохозяйственная техника, современные средства химизации производства растениеводческой продукции (средства защиты растений, минеральные удобрения), новые сорта сельскохозяйственных культур интенсивного типа, встает вопрос выбора той или иной технологии разработки залежных земель [3, 4]. Данные технологии должны в кратчайшие сроки обеспечить культивацию залежных земель, при этом быть ресурсосберегающими, обеспечивая оптимальные экономические вложения одновременно позволяя получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, обеспечивая охранение почвенного плодородия [5–8].

Для определения эффективности возделывания зерновых культур можно использовать метод энергетической оценки, учитывающей количество энергии, затраченной на производство и аккумулированной в сельскохозяйственной продукции. С помощью энергетической оценки можно сравнивать различные технологии производства продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов. При использовании данной методики можно выявлять главные резервы экономии технической энергии в земледелии. Для такой оценки используют энергетический коэффициент — отношение биологической энергии выращенной продукции к полной совокупной энергии затрат на ее производство на единицу площади [9–12].

Цель исследований — выявить технологию основной обработки залежных земель и изучить ее влияние на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в ООО «Агрофирма «Искра»», Богородский район Нижегородской области.

Полевой опыт был заложен согласно общепринятой методике по Доспехову Б.А. [13].

Почва: светло-серая лесная, легкосуглинистая по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса 1,79–1,90%, pH_{KCl} — 5,8–6,3, с высоким содержанием подвижного фосфора (151,3–200,1 мг/кг почвы) и повышенным — подвижного калия (109,0–120,1 мг/кг почвы). Повторность — 4-кратная. Размещение вариантов — рендомизированное. Учетная площадь делянок — 150,0 м². Сорта: озимой пшеницы — Московская-39,

норма высева — 3,2 млн всхожих семян, репродукция — элита; яровой пшеницы — Злата, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; овса — Яков, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; ячменя — Владимир, норма высева — 3,5 млн всхожих семян, элита; горчицы белой — Ария, норма высева — 2 млн всхожих семян, элита.

Опыт закладывался по трехфакторной схеме.

Фактор А — фон минерального питания:

1. Естественное плодородие почвы (без удобрений) (контроль).

2. С внесением азотных минеральных удобрений в дозе 50 кг/га д.в.

Фактор В — технология возделывания:

1. Традиционная (контроль): вспашка осенью на глубину 22–24 см обратным плугом «Rade» + дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см + посев посевным агрегатом «RapidA 600С».

2. Mini-till: дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см в 2 следа + посев посевным агрегатом «RapidA 600С».

3. No-till: обработка гербицидом сплошного действия «Торнадо 500» (500 г/л изопропиламинной соли глифосата кислоты) в дозе 3,0 л/га + посев сеялкой «Gherardi».

Фактор С — применение сидеральной культуры (горчицы белой):

1. Без горчицы белой (контроль).

2. С посевом горчицы белой.

Общий фон перед началом обработки залежных земель — опрыскивание гербицидом сплошного действия «Торнадо 500» в дозе 3 л/га. Семена сельскохозяйственных культур протравливали препаратами: «Бункер» — 0,6 л/т, «Табу» — 0, л/т. За месяц до сева озимой пшеницы высевали горчицу белую. Посев озимой пшеницы проводили 5 сентября. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, в дозе 34 кг/га д.в.) вносили в почву посевным агрегатом одновременно с посевом. В конце апреля — начале мая проводилась подкормка озимой пшеницы азотными удобрениями (карбомид, в дозе 8 кг/га д.в.) опрыскивателем РУМ-800 с последующим боронованием БЗСС-1. Мероприятия по уходу за посевами — опрыскивание баковой смесью «Балерина Микс» + карбомид (доза 8 кг/га д.в.) в фазу кущения; в фазу выхода в трубку обработка фунгицидом «КолосальПро» и инсектицидом «Борей».

При возделывании яровых зерновых культур по традиционной технологии осенью проводили зяблевую вспашку на 22–24 см трактором «Джон Дирр 8» — корпусным плугом «Rade»; весной — дискование БДМ-6,4 на глубину 12–14 см; затем проводили обработку почвы согласно схеме опыта.

При технологии mini-till проводилась обработка дисковым БДМ-6,4 в 2 следа осенью, а потом в весенний период на глубину 12–14 см.

При технологии no-till проводилась обработка согласно схеме опыта. Уборку проводили зерноуборочным комбайном «Acros 580».

Энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от технологии разработки залежных земель рассчитывали согласно методическому пособию по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий северо-востока Европейской части РФ на основе технологических карт с помощью энергетических эквивалентов [14]; урожай сельскохозяйственных культур учитывали сплошным методом, поделочно с пересчетом на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность. Математическую обработку результатов исследова-

ний проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы статистической обработки «Statist».

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Данные по погодным условиям получены с метеостанции «Vantage Pro2», приобретенной и смонтированной в ООО «Агрофирма «Искра». Погодные условия 2017 г. почти полностью соответствовали требованиям для роста и развития зерновых культур, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) составил 1,3, что выше среднемноголетних значений (1,2). Погодные условия в 2018 г. были близкими к средне-многолетним данным: ГТК — 1,2. 2019 г. был более увлажненным и благоприятным для развития растений исследуемых зерновых культур — ГТК — 1,4 (рис. 1).

Средняя урожайность озимой пшеницы за годы исследований на вариантах без внесения минеральных удобрений составляла: 2,67 т/га при традиционной обработке почвы, 1,92 т/га — при дисковой обработке почвы (mini-till) и 1,31 т/га — при обработке почвы по технологии прямого сева (no-till), а на вариантах с минеральным азотным фоном соответственно 2,98; 2,87; 1,65 т/га. Внедрение сидерального горчичного пара позволило повысить (за счет поступления в почву дополнительного количества элементов питания с органической массой сидерата) урожайность по традиционной обработке на 0,4 т/га, по технологии mini-till — на 0,29 т/га и при технологии прямого сева (no-till) — на 0,21 т/га на вариантах без внесения минеральных удобрений и на 0,38; 0,25; 0,24 т/га по минеральному фону соответственно изучаемым технологиям производства (табл. 1).

Данная тенденция имеет место и при производстве яровых зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя, овса): урожайность сельскохозяйственных культур снижается от традиционной обработки почвы через минимальную к технологии прямого сева. Сидеральный горчичный пар позволяет повысить уровень урожайности: яровой пшеницы на 11,4–18,8% на естественном минеральном фоне (без внесения

минеральных удобрений) и на 12,0–15,1% — на фоне минерального питания, в зависимости от изучаемой технологии; ячменя — соответственно на 17,3–24,8% и на 3,5–11,9% в зависимости от технологии производства; овса — на 7,9–23,9% и на 11,9–20,1% (табл. 1).

Технологии производства зерновых культур с использованием механических обработок (традиционная технология и технология mini-till) позволяют в условиях Волго-Вятского региона на светло-серой лесной почве создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений, чем технология прямого сева (no-till), а это, в свою очередь, позволяет получать более высокие урожаи.

Для независимого представления эффективности возделывания зерновых культур при различных обработках залежных земель рассчитываем энергетическую эффективность. Данный расчет дает возможность выявить дифференцированно количество затрат электроэнергии, удобрений, топлива, мелиорантов, пестицидов, машин, оборудования и т.д. Энергетические эквиваленты дают возможность определить результаты эффективности производства разных видов продукции, в том числе и зерна. Эффективность использования энергетических и материальных ресурсов оценивается коэффициентом энергетической эффективности, то есть отношением обменной энергии в урожае к энергетическим затратам на его выращивание (табл. 2).

Рис. 1. Гидротермические коэффициенты Селянинова за 2017–2019 гг.

Fig. 1. Selyaninov hydrothermal coefficients for 2017–2019

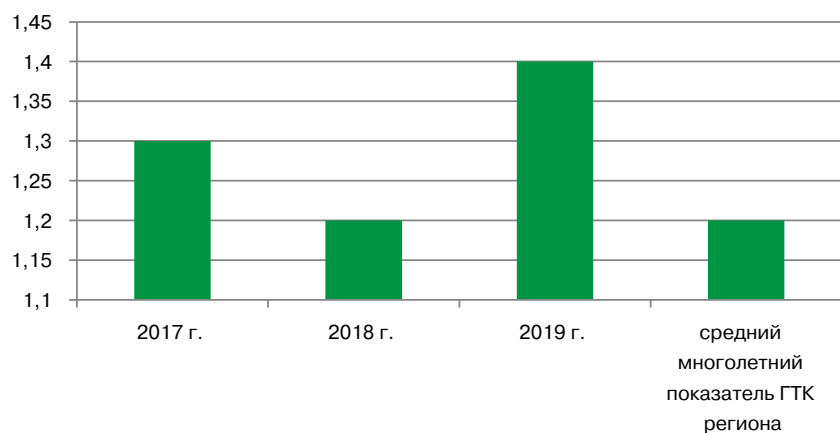


Таблица 1. Урожайность зерновых культур в зависимости от технологии обработки залежных земель в среднем за 2016–2019 гг., т/га
Table 1. Grain yield depending on the technology of tillage on average for 2016–2019, t/ha

Технология возделывания (фактор В)	Озимая пшеница		Яровая пшеница		Ячмень		Овес	
	Фактор С — применение сидеральной культуры (горчицы белой)							
	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом
без внесения минеральных удобрений (контроль) (фактор А)								
Традиционная	2,67	3,07	1,86	2,21	1,49	1,86	2,15	2,32
Mini-till	1,92	2,21	1,76	1,96	1,33	1,56	1,59	1,97
No-till	1,31	1,52	1,32	1,56	1,08	1,29	1,24	1,46
с внесением минеральных удобрений (фактор А)								
Традиционная	2,98	3,36	2,05	2,36	2,04	2,25	2,39	2,87
Mini-till	2,87	3,12	1,86	2,12	1,98	2,05	2,26	2,57
No-till	1,65	1,89	1,66	1,86	1,69	1,89	1,68	1,88

Таблица 2. Энергетическая эффективность технологий возделывания зерновых ультов при разработке залежных земель
Table 2. Energy efficiency of grain cultivation technologies when developing fallow lands

Технология возделывания (фактор В)	Суммарный валовой выход энергии с урожаем зерновых культур, МДж		Суммарные совокупные затраты, МДж		Энергетический коэффициент	
	Фактор С – применение сидеральной культуры (горчицы белой)					
	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом	без сидерата (контроль)	с сидератом
без внесения минеральных удобрений (контроль) (фактор А)						
традиционная	487,67	564,70	321,12	376,68	1,51	1,50
Mini-till	394,67	460,43	277,20	332,76	1,42	1,38
No-till	296,10	348,73	231,64	287,20	1,28	1,21
с внесением минеральных удобрений (фактор А)						
традиционная	564,88	647,30	395,28	450,71	1,43	1,44
Mini-till	537,05	590,33	395,36	406,92	1,36	1,45
No-till	398,62	448,76	305,80	361,36	1,30	1,24

При прямой обработке залежных земель в вариантах без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры было выявлено, что наиболее окупаемой технологией с энергетической точки зрения является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент имел самую высокую величину — 1,51), которая на 5,9% более эффективна, чем технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,42) и на 15,2% — чем технология no-till (энергетический коэффициент — 1,28). Внесение органических удобрений в виде сидеральной культуры по естественному фону (без внесения минеральных удобрений) снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий, но при этом разница между традиционной технологией и ресурсосберегающими технологиями становится больше соответственно на 8,0 и 19,3%. Это говорит о том, что заделка сидеральной органической массы горчицы белой при помощи вспашки плугом энергетически эффективней на фоне без применения минеральных удобрений (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений способствует снижению энергетической эффективности изучаемых технологий выращивания зерновых культур по залежным землям. При этом выявлена та же тенденция, что и при возделывании зерновых без применения минеральных удобрений и возделывании горчицы белой в качестве сидеральной культуры: наиболее окупаемой технологией с энергетической точки зрения является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент — 1,43), которая более эффективна, чем технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,36) и технология no-till (энергетический коэффициент — 1,30). А вот при возделывании зерновых по минеральному фону с выращиванием сидеральной культуры наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45), которая на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% — технологии no-till (табл.

2). Это объясняется более эффективным разложением органической массы сидерата под воздействием минеральных азотных удобрений в поверхностном слое почвы (12–14 см) при ее заделке и измельчении дисковой бороной.

Выводы/Conclusion

При разработке залежных земель средняя урожайность зерновых культур снижается от традиционной технологии возделывания к минимальной и технологии прямого сева.

Традиционная технология и технология mini-till позволяют создавать более благоприятные условия для роста и развития культурных растений в условиях Волго-Вятского региона на светло-серой лесной почве, чем технология прямого сева (no-till).

Установлено, что внедрение сидерального горчичного пара позволяет повысить урожайность изучаемых зерновых культур в среднем по всем технологиям их производства: на 12,9% — при возделывании озимой пшеницы; по яровой пшенице — на 14,2%; по ячменю — на 13,8%; по овсу — на 15,3%.

При прямой обработке залежных земель в вариантах без внесения минеральных удобрений и без выращивания сидеральной культуры было выявлено, что наиболее энергетически окупаемой технологией является традиционная технология возделывания зерновых культур (энергетический коэффициент имел самую высокую величину — 1,51). Внесение органических удобрений в виде сидеральной культуры по естественному фону (без внесения минеральных удобрений) снижает энергетическую эффективность всех изучаемых технологий.

Выявлено, что при возделывании зерновых по минеральному фону с выращиванием сидеральной культуры наиболее энергетически выгодна технология mini-till (энергетический коэффициент — 1,45). Она на 0,7% энергоэффективнее традиционной технологии и на 14,5% технологичнее no-till.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ивенин В.В., Ивенин А.В., Строкин В.Л., Шубина К.В. Эффективность применения разных технологий возделывания при выращивании зерновых культур на залежных почвах в условиях Волго-Вятского региона. Известия Оренбургской ГАУ. 2020; (3(83)): 28-33. Режим доступа: URL: [https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20\(83\)/28-33](https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20(83)/28-33). [Дата обращения 02.03.2022].
- Ушаче И., Югай А. Сельскохозяйственные угодья России: состояние, проблемы и пути решения. АПК: Экономика, управление. 2008; (10): 12-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11648310>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Удалов А.В., Авдиенко А.П., А.М. Струк, Удалов В.В., Збраилов М.А. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства (учебное пособие). Персиановский, ФГОУ ВПО «Донской ГАУ». 2008; 103 с. . Режим доступа: <https://www.vetpress.ru/jour/article/view/253>. [Дата обращения 11.07.2022].
- Антонов В. Г., Ермолаев А. П. (). Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почвы в севооборотах. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018; (4 (65)): 87-92. Режим доступа: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Ивенин В.В., Ивенин А.В., Шубина К.В., Минева Н.А. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. -2018; 3(6): 27- 31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Применение основных элементов ресурсосберегающих экологически безопасных технологий при выращивании яровых зернофуражных культур в центральной зоне Северо-Востока европейской части России. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: сб. статей. Варшава: Институт технологических и естественных наук в Фалентах. - 2018: 67-74. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/622>. [Дата обращения 11.07.2022].
- Гостев А. В. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях. Земледелие. 2019;(6):16–20. [Дата обращения 11.07.2022].
- Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017; 3(58): 43-48.
- Дридригер В. К., Стукалов Р. С., Гаджиумаров Р. Г. Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы. Земледелие. 2019;(6):28–32.
- Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(1):5-8. Режим-доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>. [Дата обращения 02.03.2022].
- Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново- подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(1(44)):35- 40.
- Карabutov А. П., Соловйченко В. Д., Никитин В. В., Навольнева Е. В. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов. Земледелие. 2019; (2): 3–7.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов — М.: Агропромиздат, 2011. — 251 с.
- Методическое пособие по определению энергетических затрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока Европейской части РФ. — Киров, 1997. — 62 с.

ОБ АВТОРАХ:

- Алексей Валентинович Ивенин**, доктор с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Нижегородский НИИХС — филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>
e-mail: a.v.ivenin@mail.ru
- Валентин Васильевич Ивенин**, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>
- Ксения Вячеславовна Шубина**, аспирант кафедры земледелия и растениеводства Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
<https://orcid.org/0000-0001-8926-7913>
- Александр Петрович Саков**, кандидат с.-х. наук, директор филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д. 38, Кстовский район, Нижегородская область, 607686, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1288-5988>
e-mail: nnovniish@rambler.ru

REFERENCES

- Ivenin V.V., Ivenin A.V., Sorokin V.L., Shubina K.V. The effectiveness of using different cultivation technologies when growing grain crops on fallow soils in the conditions of the Volga-Vyatka region. *Izvestiya Orenburg GAU*. 2020; (3(83)): 28-33. Access mode: URL: [https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20\(83\)/28-33](https://www.agricscience.ru/journal/2073-0853/2020/3%20(83)/28-33). [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Ushachev I., Yugai A. Agricultural lands of Russia: status, problems and solutions. *Agro-industrial complex: Economics, management*. 2008; (10): 12-18. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11648310>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Udalov A.V., Avdeenko A.P., A.M. Struk, Udalov V.V., Zbrailov M.A. Fundamentals of bioenergetic evaluation of crop production (textbook). *Persianovsky, FGOU VPO "Donskoy GAU"*. 2008; 103 p. . Access mode: <https://www.vetpress.ru/jour/article/view/253>. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Antonov V. G., Ermolaev A. P. (). The effectiveness of long-term use of minimal methods of tillage in crop rotations. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2018; (4 (65)): 87-92. Access mode: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Ivenin V.V., Ivenin A.V., Shubina K.V., Mineeva N.A. Comparative efficiency of technologies of cultivation of grain crops in the link of crop rotation on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region. *Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy*. -2018; 3(6): 27- 31. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Denisova A.V. Application of the main elements of resource-saving environmentally safe technologies in the cultivation of spring grain crops in the central zone of the North-East of the European part of Russia. *Problems of intensification of animal husbandry taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles*. Warsaw: Institute of Technological and Natural Sciences in Falent. — 2018: 67-74. Access mode: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/622>. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Gostev A.V. Conditions for the formation of high-quality grain in highly productive resource-saving agrotechnologies. *Agriculture*. 2019;(6):16–20. [Accessed 11.07.2022]. [In Russian.]
- Kozlova L., Popov F. A., Noskova E., Ivanov V. L. Improved resource-saving technology of soil cultivation and the use of biological preparations for spring crops in the conditions of the central zone of the North-East of the European part of Russia. *Agrarnaya Nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2017; 3(58): 43-48. [In Russian.]
- Dridiger V. K., Stukalov R. S., Gadzhumarov R. G. The effect of crop rotation on the efficiency of arable land use in the cultivation of field crops without tillage. *Agriculture*. 2019;(6):28–32 [In Russian.]
- Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Modern approach to systematization of tillage in agrotechnologies of the new generation. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2016; 30(1): 5-8. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>. [Accessed 02.03.2022]. [In Russian.]
- Pegova N.A., Kholzakov V.M. Resource-saving system of sod-podzolic soil treatment. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2015;(1(44)):35- 40. In Russian.]
- Karabutov A. P., Solovichenko V. D., Nikitin V. V., Navolneva E. V. Reproduction of soil fertility, productivity and energy efficiency of crop rotations. *Agriculture*. 2019; (2): 3-7. [In Russian.]
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospikhov — M.: Agroprom-izdat, 2011. — 251 p.. [In Russian.]
- Methodological guide for determining energy consumption in the production of food resources and feed for the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation. — Kirov, 1997. — 62 p. [In Russian.]

ABOUT THE AUTHORS:

- Alexey Valentinovich Ivenin**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, leading researcher Nizhny Novgorod Research Institute — branch of the FGBNU FANC of the North-East
<https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>
e-mail: a.v.ivenin@mail.ru
- Valentin Vasilyevich Ivenin**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department Agriculture and Plant Growing, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
<https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>
- Ksenia Vyacheslavovna Shubina**, Postgraduate student Department of Agriculture and Crop Production of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy
<https://orcid.org/0000-0001-8926-7913>
- Alexander Petrovich Sakov**, Candidate of Agricultural Sciences, Director Federal agricultural research center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, SP Breeding Station, d. 38, Kstov-sky district, Nizhny Novgorod oblast, 607686, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1288-5988>
e-mail: nnovniish@rambler.ru

Н.В. Гриц¹, ✉
 А.В. Диченский¹,
 Н.В. Пролетова¹,
 А.Ю. Удотов²

¹ Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Российская Федерация

² АО «Научно-исследовательский институт информационных технологий», Тверь, Российская Федерация

✉ n.gritz@fncl.ru

Поступила в редакцию:
 19.04.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.08.2022

Принята к публикации:
 22.08.2022

Nadezhda V. Grits¹, ✉
 Alexander V. Dichenskiy¹,
 Natalia V. Proletova¹,
 Andrey Yu. Udotov²

¹ Federal Scientific Center of Bast Cultures, Tver, Russian Federation

² Scientific Research Institute of Information Technologies, Tver, Russian Federation

✉ n.gritz@fncl.ru

Received by the editorial office:
 19.04.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 22.08.2022

Применение элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства семян льна в условиях Тверской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Концепция точного земледелия предусматривает применение физико-математических, технических и программных средств для получения и обработки информации об агроэкосистемах, а также для реализации агроприемов непосредственно в поле. На сегодняшний день достаточно мало программных продуктов, которые могут осуществлять контроль над производством продукции растениеводства, в частности управлять дифференцированным внесением удобрений и соблюдением элементов технологии возделывания. Целью наших исследований, проводимых в течение двух лет, было разработать и апробировать в реальных полевых условиях алгоритмы функционирования модуля информационно-аналитической системы управления растениеводством для специализированных севооборотов с участием льна-долгунца.

Методика. Объектами исследований выступали элементы информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай» (ИАСУР) и лен-долгунец сорта Тонус селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. В эксперименте использовались электронная карта поля в формате kml-файла, содержащая координаты точек, количественные характеристики показателей содержания питательных веществ и химических элементов на элементарных участках в пределах обследованного пространственного объекта, технологическая карта возделывания льна-долгунца, разработанная специально для этого сорта, карты-задания для внесения твердых и жидких удобрений в формате csv-файлов.

Результаты. Разработана и сформирована в информационно-аналитической системе «Ваш урожай» электронная технологическая карта возделывания льна-долгунца сорта Тонус, содержащая перечень технологических операций, сроки и качественные характеристики их выполнения, включая возможный набор техники и оборудования. Проверена возможность и определена эффективность применения модуля для получения климатически обеспеченной урожайности льна-долгунца — запланированная расчетная урожайность для данного сорта льна на опытном участке составляет 0,43 т/га. При возделывании по принятой в ФГБНУ ФНЦ ЛК технологии, внесенной в агроплатформу, получена урожайность 0,4 т/га. Отклонение урожайности на 6,98% относительно расчетной обусловлено погодными особенностями вегетационного периода 2021 года.

Ключевые слова: льноводство, цифровизация, информационно-аналитическая система, ресурсосбережение, дифференцированное внесение удобрений, электронная технологическая карта

Для цитирования: Гриц Н.В., Диченский А.В., Пролетова Н.В., Удотов А.Ю. Применение элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства льносемян в условиях Тверской области. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131>

© Гриц Н.В., Диченский А.В., Пролетова Н.В., Удотов А.Ю.

Application of elements of the information and analytical system of crop management to ensure resource-saving production of flax seeds in the Tver region

ABSTRACT

Relevance. The concept of precision agriculture call for the use of physical and mathematical, technical and software tools for obtaining and processing information about agroecosystems, as well as for the implementation of agricultural practices directly in the field. To date, there are quite a few software products that can control the production of crops, in particular, the management of differentiated fertilization and compliance with elements of cultivation technology. The purpose of our research conducted over two years was to develop and test in real field conditions algorithms for the functioning of the module of the information and analytical system of crop management for specialized crop rotations involving flax.

Methods. The objects of research were the elements of the information and analytical management system for resource-saving production of crop production "Vash urozhaj" (IASUR) and flax-long-lived variety Tonus (selection of the FSBI FNC LC). The experiment used an electronic field map in kml file format containing the coordinates of points, quantitative characteristics of indicators of the content of nutrients and chemical elements in elementary areas within the surveyed spatial object, a technological map of the cultivation of flax, developed specifically for this variety, task maps for the application of solid and liquid fertilizers in .csv file format.

Results. Developed and formed in the information and analytical system "Vash urozhaj" electronic technological map of the cultivation of flax-long-legged variety Tonus, containing a list of technological operations, timing and quality characteristics of their implementation, including a possible set of machinery and equipment. The possibility has been tested and the effectiveness of the module for obtaining climatically secured flax yield has been determined — the planned estimated yield for this flax variety at the pilot site is 4.3 c/ha. When cultivated according to the technology adopted in the Federal Scientific Center of Bast Cultures, introduced into the agroplatform, a yield of 4.0 c/ha was obtained. The yield deviation by 6.98% relative to the calculated one is due to the weather features of the growing season of 2021.

Key words: flax growing, digitalization, information and analytical system, resource-saving, differentiated fertilization, electronic technological map

For citation: Grits N.V., Dichenskiy A.V., Proletova N.V., Udotov A.Yu. Application of elements of the information and analytical system of crop management to ensure resource-saving production of flax seeds in the Tver region. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131> (In Russian).

© Grits N.V., Dichenskiy A.V., Proletova N.V., Udotov A.Yu.

Введение/Introduction

Многочисленные исследования, проведенные экономистами, выявили, что «умное производство» в настоящее время становится само по себе целью и гарантом успешного развития промышленного бизнеса. При этом следует различать «умное» и интеллектуальное производство, которые в настоящее время используются как синонимы. Анализ практики организации «умного производства» доказал, что процесс его создания часто преследует цель участия в популярном, полезном процессе с ожиданием будущих «размытых» положительных результатов; но присутствуют и конкретные результаты в виде экономии затрат (лучшая организация производственного процесса), увеличения объема производства и роста производительности труда [1].

Важнейшая оценка высокой эффективности умного производства связана с недостаточной цифровизацией потребителей и общества в целом. К сожалению, программы цифровой экономики не рассматривают в явном виде проблемы увеличения роста экономики, хотя, без каких-либо сомнений, одна из предполагаемых других конкретных цифр экономики должна стать цифровой экономикой, которая, являясь частью государственного агропромышленного комплекса (АПК), способна решить целый комплекс задач, связанных с производством сельскохозяйственной продукции [2].

Организация научных исследований по программе «Цифровое сельское хозяйство» («умное» сельское хозяйство) требует создания условий для плодотворного междисциплинарного сотрудничества в решении наиболее острых проблем развития АПК России, в том числе проблем обеспечения экологической безопасности [3].

Использование в системе управления сельскохозяйственной организации информационно-коммуникационных технологий позволяет организовать единое информационное пространство для управления всеми аспектами ее хозяйственной деятельности, дает руководителям возможность оперативного контроля и планирования, включая разработку различных сценариев деятельности [4].

Трансформация предприятий агропромышленного комплекса путем внедрения инновационных технологий в сферы инструментов интеллектуальной обработки информации, использования современных аналитических методов, а также прогнозирования производства сельскохозяйственной продукции поможет существенно повысить качество и оперативность при принятии управленческих решений в деле обеспечения продовольственной безопасности и управления агропромышленным комплексом в целом [5, 6].

Концепция точного земледелия предусматривает применение физико-математических, технических и программных средств для получения и обработки информации об агроэкосистемах, а также для реализации агроприемов непосредственно в поле. Все чаще используются датчики, применяемые для мониторинга окружающей среды, а также программное обеспечение для управления производством сельскохозяйственной продукции, активизировалась работа по разработке робототехнических (беспилотных) систем для выполнения повторяющихся операций при возделывании сельскохозяйственных культур с целью минимизации человеческого труда, вредного воздействия химических средств на человека и окружающую среду, повышения производительности труда и урожайности возделываемых культур. Внедрение цифровых технологий в сель-

ском хозяйстве позволит автоматизировать мониторинг сельскохозяйственных угодий и техники, более эффективно управлять процессами производства продукции, сократить непосредственное участие человека во многих агротехнологических операциях в растениеводстве [7].

Высокий потенциал цифровых технологий для сельского хозяйства направлен на формирование конкурентоспособной аграрной экономики и повышение эффективности сельского хозяйства. Несмотря на множество дискуссионных моментов в сфере безопасности и законодательства, совершенствование технологической основы агропроизводства, в том числе и на основе внедрения механизмов и технологий Интернета вещей, представляется обоснованным для повышения производительности и достижения технологического прорыва [8, 9].

В XXI веке широкое применение нашли геоинформационные системы и интегрированные с ними программы для территориального информационного обслуживания. Прежде всего в аграрном производстве они применимы для автоматизированного проектирования внутрихозяйственного использования земель и обеспечения «цифрового земледелия» [10, 11].

Технологии подключения и глобального позиционирования (GPS) оптимизируют использование новых сельскохозяйственных инструментов. Контроль датчиков обработки урожая позволяет добиться значительного повышения эффективности и производительности путем сокращения расходов, издержек и оптимизации рабочего процесса. Другим важным аспектом в процессе преобразования сельскохозяйственного производства является возросшая роль автоматизации, которая повышает производительность труда за счет сокращения потребности в рабочей силе [12].

Технологии дистанционного зондирования Земли стали одним из основных драйверов бурного развития не только технологий точного земледелия, но и технологий совершенствования управления в смежных отраслях. Данные технологии прошли «эволюционный» путь развития от цифровизации отдельных операций до цифровизации их взаимосвязанного комплекса путем интеграции всех операций на базе облачных технологий. Подобные исследования часто предлагают научную базу для проектирования оптимальной цифровой подплатформы точного земледелия при помощи дистанционного зондирования Земли, основанную на математическом и онтологическом моделировании цифровых платформ единого информационного интернет-пространства цифрового взаимодействия АПК [13].

Несмотря на активное внедрение цифровых технологий во все сферы жизни, до сегодняшнего дня наиболее распространенным остается использование для составления технологических карт прикладного пакета «Excel». Только за 2006–2016 гг. подготовлено и зарегистрировано более 20 программных продуктов, предназначенных для решения вопросов мониторинга, автоматизированного построения систем земледелия и выработки управленческих решений при организации сельскохозяйственного производства. В основе предлагаемых программных решений — результаты многолетних опытов профильных аграрных вузов и научных организаций [14]. В качестве одного из примеров таких решений можно представить программный комплекс Курганского НИИСХ по проектированию технологий выращивания сельхозкультур «Агрокарта» [15]. В 2021 г. программа «АгроПлан» в партнерстве с «Direct.Farm» была модернизирована из формата Excel до настоль-

ного приложения «ТехКарта» для Windows. Функция формирования технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур реализована в той или иной форме в большинстве цифровых агросервисов, предлагаемых на отечественном рынке, — «DigitalAgro», «ExactFarming», «1С: Предприятие», «ERP Агропромышленный комплекс», «История поля», «Агросигнал» и др.

При этом на сегодняшний день предлагается достаточно мало отечественных программных продуктов, которые могут осуществлять контроль над производством продукции растениеводства, в частности управлять дифференцированным внесением удобрений и соблюдением элементов технологии возделывания.

Целью наших исследований, проводимых в течение двух лет, являлась разработка и апробирование в реальных полевых условиях алгоритмов функционирования модуля информационно-аналитической системы управления растениеводством для специализированных севооборотов с участием льна-долгунца. В перспективе — разработка регламента применения элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства семян льна в условиях Нечерноземной зоны и Поволжья.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводились на опытном поле обособленного структурного подразделения ФГБНУ ФНЦ ЛК — НИИ льна в г. Торжке в 2020–2021 гг.

Объектами исследований выступали элементы информационно-аналитической системы управления ресурсосберегающим производством продукции растениеводства «Ваш урожай» (ИАСУР) и лен-долгунец сорта Тонус селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. Программа для ЭВМ ИАСУР «Ваш урожай» является собственной разработкой АО «НИИИТ», которая предназначена для поддержки деятельности агрономической службы сельскохозяйственных предприятий. Функциональные возможности заключаются в мониторинге положения автотранспортных средств, формировании информации для управления дифференцированным внесением удобрений, неавтоматизированном формировании севооборотов и технологических карт возделывания базовых сельскохозяйственных культур.

В эксперименте использовались электронная карта поля в формате kml-файла, содержащая координаты точек, количественные характеристики показателей содержания питательных веществ и химических элементов на элементарных участках в пределах обследованного пространственного объекта, технологическая карта возделывания льна-долгунца, разработанная специально для этого сорта, карты-задания для внесения твердых и жидких удобрений в формате csv-файлов.

В результате проведения эксперимента было оцифровано опытное

поле площадью 24 га, на котором выделены 22 элементарных участка, в 2021 г. для опыта было выделено 8 из них (табл. 1) общей площадью 1,3 га.

Технологические операции проводились при помощи техники, оснащенной современным оборудованием для точного земледелия. Трактор «Беларус МТЗ-82», эксплуатируемый в НИИ льна в 2020 г., был дооборудован прибором спутникового мониторинга «GALILEOSKY ГЛОНАСС/GPS v. 7.0», «Агронавигатором» типа 7, а также смарт-антенной «Стриж» («Навис»). Для внесения твердых минеральных удобрений использовали навесной разбрасыватель удобрений НРУ-0,5, дооборудованный линейным актуатором La-12 с кабелем управления. Внекорневую подкормку микроэлементным удобрением проводили дооборудованным навесным опрыскивателем ОПШ-15.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

С целью проверки функционирования элементов ИАСУР, разрабатываемой совместно АО «НИИИТ» и ФГБНУ ФНЦ ЛК, работы проводились в несколько этапов.

Ключевым элементом использования возможностей ИАСУР является внесение информации о культурах, сортах и создание электронных технологических карт.

На первом этапе проводилось внесение характеристик культуры — льна-долгунца и различных его сортов, в первую очередь селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК, а также технологических схем их возделывания.

Заключительным элементом первого этапа являлось формирование электронных технологических карт, содержащих перечень технологических операций, сроки и качественные характеристики их выполнения, включая используемые технику и оборудование.

Таблица 1. Схема расположения элементарных участков
Table 1. Layout of elementary sections

№ варианта	№ точки	Координаты точек	
1	8	57,04583236	35,0424021
2	10	57,04658352	35,04329781
3	12	57,04735495	35,04421219
4	14	57,04757826	35,04669406
5	16	57,04888763	35,04592897
6	18	57,04961842	35,04678736
7	20	57,05039995	35,04772039
8	22	57,05093787	35,04841084

Таблица 2. Данные агрохимического обследования опытного участка, 2020 год
Table 2. Data of the agrochemical survey of the pilot site, 2020

№ варианта	pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	B, мг/кг	Zn, мг/кг	Гумус, %
1	4,81	200	52	0,4	0,82	1,95
2	4,62	120	90	0,3	0,88	2,05
3	4,44	260	86	0,54	0,82	2,04
4	4,52	114	34	0,57	0,81	1,69
5	4,48	120	601	0,32	0,64	1,84
6	4,64	274	40	0,58	0,98	2,26
7	4,61	170	48	0,25	0,6	2,51
8	4,48	338	74	0,33	0,63	1,87

Запланированная расчетная урожайность семян для данного сорта льна на опытном участке составляла 0,43 т/га.

При составлении и подборе технологических операций по внесению удобрений, выборе видов удобрений за основу брали результаты агрохимического обследования данного участка (табл. 2).

Почвы опытного участка по содержанию цинка относятся к бедным, а по содержанию бора — к средним по степени обеспеченности (по данным Я.В. Пейве и Г.Я. Ринькису), что говорит о необходимости внесения микроэлементных препаратов для поддержания иммунного статуса растений. Содержание подвижного фосфора традиционно для данной территории высокое и позволяет не вносить дополнительно фосфорсодержащие удобрения, особенно в условиях повышенной кислотности, за исключением внесения стартовой дозы азотосодержащих из расчета 1 ц/га перед посевом. Недостаток калия восполнялся путем дифференцированного внесения хлористого калия.

На втором этапе проводился полевой эксперимент по возделыванию льна-долгунца сорта Тонус для получения семян по разработанной технологии возделывания с учетом эффективного плодородия почвы, потребности растений в питательных элементах и расчетных доз удобрений, обеспечивающих получение прогнозируемой урожайности.

Дифференцированное внесение калийных удобрений проводилось согласно технологической карте в сентябре 2020 г. Рекомендованная специалистами ВНИИ льна доза внесения КСІ для получения качественной продукции без дифференциации составляет 100 кг/га. Дифференцированные по элементарным участкам дозы внесения представлены в таблице 3. Цифровые карты полей заносились в бортовой компьютер трактора, оснащенный дополнительным оборудованием для реализации механизма дифференцированного внесения удобрений.

Рассчитанные при помощи алгоритмов ИАСУР дозы для дифференцированного внесения КСІ на основе содержания калия в почве и с учетом его выноса планируемыми урожаем ниже рекомендованной. Дифференцированное внесение хлористого калия в большинстве вариантов приводило к сокращению расхода препарата — на 9,9–51%. Снижение дозы для элементарных ячеек позволяет при применении КСІ снизить угнетающее воздействие хлора на онтогенез растений. При этом применение калия в точных дозах, не превышающих вынос данного элемента с урожаем, обеспечивает экономию не только самого удобрения, но и прочих затрат, связанных с внесением удобрений. Так, при стоимости 1 кг КСІ 46 руб., экономия на 1 га составила 1350 руб.

Расчет доз микроэлементного удобрения «АгроНАН» осуществлялся по восполнению микроэлементов цинка (Zn) и бора (B), имеющих ключевое значение для развития растений льна-долгунца и влияющих не только на урожайность, но и на качество получаемого семенного материала. Внекорневая подкормка препаратом «АгроНАН» проводилась дифференцированно в фазу «елочки — начала бутонизации». Рекомендованная норма внесения данного препарата — 200 мл/га. Фактически внесенные дифференцированные по вариантам дозы препарата, представленные в таблице, меньше рекомендуемой на 2,5–7,4%.

Посев льна-долгунца сорта Тонус был проведен с одинаковой нормой (40 кг/га) на все элементарные участки 18 мая 2021 г. в соответствии с разработанной технологией. Уборка проведена комбайновым способом 19 августа 2021 г. Вегетационный период возделывания составил 86 дней, что соответствует характеристике сорта, данной оригинатором.

Все проводимые работы заносились в ИАСУР «Ваш урожай», где представлена полная технологическая карта возделывания льна-долгунца сорта Тонус в специализированном севообороте.

Таким образом, возделывание сорта проводилось под управлением цифровой агроплатформы «Ваш урожай», на основании чего был обоснован алгоритм функционирования ИАСУР для специализированных севооборотов с участием льна-долгунца.

Таблица 3. Нормы дифференцированного внесения макро- и микроудобрений
Table 3. Norms of differentiated application of macro- and microfertilizers

№ варианта	Фактически внесенная доза удобрений (КСІ), кг/га	Отклонение от рекомендованной нормы при недифференцированном внесении, кг/га	Фактически внесенная доза микроэлементного удобрения «АгроНАН», мл/га	Отклонение от рекомендованной нормы при недифференцированном внесении, мл/га
1	76,91	-23,1	192,5	-7,5
2	48,98	-51,0	186,9	-13,1
3	51,92	-48,1	194,4	-5,6
4	90,14	-9,9	194,9	-5,1
5	71,03	-29,0	185,3	-14,7
6	85,73	-14,3	194,1	-5,9
7	79,85	-20,2	190,9	-9,1
8	60,74	-39,3	194,4	-5,6

Рис. 1. Фактические показатели урожайности льна-долгунца сорта Тонус
Fig. 1. Actual indicators of the yield of flax of the Tonus variety



Результаты полевого эксперимента показывают, что полученная при возделывании по принятой в ФГБНУ ФНЦ ЛК технологии урожайность семян льна-долгунца сорта Тонус в среднем по вариантам опыта составила 0,4 т/га (рис. 1).

Таким образом, была проверена возможность и определена эффективность применения модуля для получения климатически обеспеченной урожайности льна-долгунца. Отклонение фактически полученной урожайности на 6,98% относительно расчетной обусловлено погодными особенностями вегетационного периода 2021 г.

На заключительном этапе эксперимента по результатам опыта были разработаны рекомендации по использованию элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством при возделывании льна-долгунца.

Выводы/Conclusion

Разработана и сформирована в информационно-аналитической системе «Ваш урожай» электронная технологическая карта возделывания льна-долгунца

сорта Тонус, содержащая перечень технологических операций, сроки и качественные характеристики их выполнения, включая возможный набор техники и оборудования.

В соответствии с технологической картой проведен полевой эксперимент на опытном участке площадью 1,3 га с посевом льна-долгунца сорта Тонус под управлением цифровой агроплатформы «Ваш урожай», обоснован алгоритм функционирования информационно-аналитической системы управления растениеводством для специализированных севооборотов с участием льна-долгунца.

Проверена возможность и определена эффективность применения модуля для получения климатически обеспеченной урожайности льна-долгунца — запланированная расчетная урожайность для данного сорта льна на опытном участке составила 0,43 т/га. При возделывании по принятой в ФГБНУ ФНЦ ЛК технологии, внесенной в агроплатформу, получена урожайность 0,4 т/га. Отклонение урожайности на 6,98% относительно расчетной обусловлено погодными особенностями вегетационного периода 2021 года.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

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

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках Госзадания Федеральным научным центром лубяных культур по теме FGSS-2019-0017.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the State Assignment by the Federal Scientific Center for Bast Cultures on the topic FGSS-2019-0017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мерзлякина Г.С. Экономическая эффективность «умного производства»: от целевых установок к регламентации. *Вестник Астраханского государственного технического университета*. Серия: Экономика. 2021; 3: 17-27.
2. Астахова Т.Н., Колбанев М.О., Романова А.А., Шамина А.А. Модель цифрового сельского хозяйства. *International Journal of Open Information Technologies*. 2019; 7(12): 63-69.
3. Брюханов А.Ю., Судаченко В.Н., Эрк А.Ф. Цифровые технологии обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019; 1(98): 257-268.
4. Гривас Н.В., Ивановшин Е.А. Информационные технологии в растениеводстве. *Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий*. Материалы VII-й Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Горно-Алтайского государственного университета. 2019: 35-40.
5. Юрина Н.Н. Применение программных платформ в реализации предметных задач цифровой трансформации сельского хозяйства. *Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства*. Материалы II международной научно-практической конференции. 2019: 346-350.
6. Великанова И.В., Диченский А.В., Гриц Н.В. Внедрение цифровых технологий как инструмент развития отрасли льноводства. *Аграрная наука*. 2021; (10): 116-120. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-116-120>
7. Романенкова М.С., Балабанов В.И. Применение цифровых технологий в растениеводстве. *Наука в центральной России*. 2020; 2(44): 74-82.
8. Солодовник А.И., Ловчикова Е.И., Закарчевский О.В., Хашир А.А. Интернет вещей как основа развития сельскохозяйственного производства. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2020; 4(61): 139-147.
9. Gritz N.V. Dichensky A.V., Rostovtsev R.A. Approbation of elements of the informational and analytical crop management system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021: 022081. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022081

REFERENCES

1. Merzlikina G.S. Economic efficiency of "smart production": from target installations to regulation. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University*. Series: Economics. 2021; 3: 17-27. (In Russian.)
2. Astakhova T.N., Kolbanov M.O., Romanova A.A., Shamina A.A. Model of digital agriculture. *International Journal of Open Information Technologies*. 2019; 7(12): 63-69 (In Russian.)
3. Bryukhanov A.Yu., Sudachenko V.N., Erk A.F. Digital technologies for ensuring environmental safety of agricultural production. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*. 2019; 1(98): 257-268. (In Russian.)
4. Grivas N.V., Ivanyushin E.A. Information technologies in plant growing. *Actual problems of agriculture of mountainous territories*. Materials of the VII-th International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the Gorno-Altai State University. 2019: 35-40 (In Russian.)
5. Yurina N.N. Application of software platforms in the implementation of the subject tasks of digital transformation of agriculture. *Priority vectors of development of industry and agriculture*. Materials of the II International Scientific and practical conference. 2019: 346-350 (In Russian.)
6. Velikanova I.V., Dichenskiy A.V., Grits N.V. Introduction of digital technologies as a tool for the development of the flax industry. *Agricultural science*. 2021;(10):116-120 <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-353-10-116-120> (In Russian.)
7. Romanenkova M.S., Balabanov V.I. Application of digital technologies in crop production. *Science in Central Russian*. 2020; 2(44): 74-82 (In Russ.).
8. Solodovnik A.I., Lovchikova E.I., Zakarchevsky O.V., Hashir A.A. Internet of things as a basis for the development of agricultural production. *Economics, labor, management in agriculture*. 2020; 4(61): 139-147 (In Russian.)
9. Gritz N.V. Dichensky A.V., Rostovtsev R.A. Approbation of elements of the informational and analytical crop management system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021: 022081. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022081

10. Каличкин В.К., Павлова А.И. Агронимические геоинформационные системы. Новосибирск. 2018. 347 с.

11. Трендов Н., Варас С., Цзэн М. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и в сельской местности (справочный документ 2019 г.). *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов*. 2021; 7: 3-12.

12. Расторгуев И.А. Применение решений «Индустрии 4.0» в сельскохозяйственном производстве. Внедрение интернета вещей (IOT). *ИТ-Стандарт*. 2019; 2(19): 40-45.

13. Меденников В.И. Интеграция технологий дистанционного зондирования земли в цифровую платформу единого информационного интернет-пространства цифрового взаимодействия АПК. *Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции*; 2020: 272-277.

14. Plygun S.A., Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Y.A., Zolotuhin A.I., Glinushkin A.P., Polukhin A.A. Computer-aided design of agricultural systems and development of program complexes for ensuring of administrative decisions at the organizing of agricultural production. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016; 2 (50): 66-81.

15. Степных Н.В., Заргарян А.М., Жукова О.А. Компьютерная программа по проектированию технологий выращивания сельхозкультур. *Аграрный вестник Урала*. 2017; 03(157): 54-58

10. Kalichkin V.K., Pavlova A.I. Agronomic geoinformation systems. Novosibirsk. 2018, 347 p. (In Russian.)

11. Trends N., Varas S., Tseng M. Digital technologies in agriculture and rural areas (reference document 2019). *Problems of the environment and natural resources*. 2021; 7: 3-12 (In Russian.)

12. Rastorguev I.A. Application of Industry 4.0 solutions in agricultural production. Introduction of the Internet of Things (IOT). *IT-Standard*. 2019; 2(19): 40-45 (In Russian.)

13. Medennikov V.I. Integration of Earth remote sensing technologies into the digital platform of the unified information Internet space of digital interaction of the agro-industrial complex. *Scientific and information support of innovative development of the agro-industrial complex*. Materials of the XII International Scientific and Practical Internet Conference; 2020: 272-277 (In Russian.)

14. Plygun S.A., Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Y.A., Zolotuhin A.I., Glinushkin A.P., Polukhin A.A. Computer-aided design of agricultural systems and development of program complexes for ensuring of administrative decisions at the organizing of agricultural production. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016; 2 (50): 66-81.

15. Stepnykh N.V., Zargaryan A.M., Zhukova O.A. Computer program for designing technologies for growing crops. *Agrarian Bulletin of the Ural*. 2017; 03(157): 54-58 (In Russian.)

ОБ АВТОРАХ:

Надежда Владимировна Гриц,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий
Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, Тверь, 170041, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-3954-2646>,

Александр Владимирович Диченский,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, руководитель отдела образования
Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, Тверь, 170041, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1803-268X>

Наталья Викторовна Пролетова,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий
Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, Тверь, 170041, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4137-9622>

Андрей Юрьевич Удотов,

заместитель генерального директора по коммерческой деятельности
АО «Научно-исследовательский институт информационных технологий», 3, ул. Андрея Дементьева, Тверь, 170100, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS:

Nadezhda Vladimirovna Grits,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Agricultural Technologies
Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56, Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3954-2646>

Alexander Vladimirovich Dichensky,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Education
Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56, Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0002-1803-268X>

Natalia Viktorovna Proletova,

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, leading researcher laboratory of Breeding Technologies the
Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56, Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-4137-9622>

Andrey Yuryevich Udotov,

Deputy General Director for Commercial Activities

JSC "Scientific Research Institute of Information Technologies", 3, Andrey Dementiev str., Tver, 170100, Russian Federation,

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Пошлина на экспорт масличного льна из РФ после 31 августа продлена не будет

В настоящее время Минсельхоз России выходить с инициативой о продлении экспортной пошлины на масличный лен не планирует, сообщила пресс-служба ведомства.

В дальнейшем решения по регулированию экспорта масличного льна будут приниматься с учетом рыночной конъюнктуры, динамики севооборота, ввода мощностей по переработке льна на территории РФ, отметили в министерстве.

Пошлина на экспорт масличного льна была введена с 01.05.2022 на срок до 31.08.2022. Ее размер составляет 20%, но не менее 100 долл. за тонну.

(Источник: Финмаркет)



Ю.А. Кузыченко, ✉
Р.Г. Гаджиумаров,
А.Н. Джандаров

Северо-Кавказский Федеральный Научный
Аграрный Центр, Михайловск, Российская
Федерация

✉ smc.yuka@yandex.ru

Поступила в редакцию:
28.03.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Yuri A. Kuzychenko, ✉
Rasul G. Gadzhumarov,
Arsen N. Dzhandarov

North Caucasian Federal Scientific Agrarian
Center, Mikhailovsk, Russian Federation

✉ smc.yuka@yandex.ru

Received by the editorial office:
28.03.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Возделывание подсолнечника с полосным рыхлением почвы в условиях Предкавказья

РЕЗЮМЕ

Поиск и модернизация современных технологий возделывания пропашных культур в Ставропольском крае связаны прежде всего с получением более высоких урожаев культур при наименьших производственных затратах и достижении значимого почвозащитного эффекта. Полосная технология Strip-till предполагает создание узких водопоглощающих щелей на фоне оставленной на поле стерни и растительных остатков, обработанных глифосатом. В предлагаемую технологию внесен элемент модернизации, связанный с предварительной обработкой стерни дисковым орудием «Catros», создающим почвенно-соломистую мульчу на поверхности почвы, предотвращающую испарение влаги. В период исследований с 2019 по 2021 г. установлено увеличение среднемесячной температуры весенне-летнего периода (май — июнь — июль) на 1,8 °С, 2,7 °С и 2,0 °С соответственно в сравнении со среднемноголетней. При этом уменьшение количества осадков весеннего периода по годам исследований в среднем составило 11 мм, при критическом его снижении в июне 2019 г. на 52 мм и в июле 2020 г. на 54 мм от многолетней нормы. Установлена большая плотность почв в основные периоды вегетации подсолнечника в сравнении с традиционной технологией в среднем на 0,03 г/см³ в связи с меньшим на 0,9 мм средневзвешенным диаметром агрегатов почвы. Капиллярная пористость при Strip-till в весенний период составила 21%, что формировало и больший запас влаги на 11 мм в сравнении с традиционной, соответственно и урожайность подсолнечника при технологии Strip-till больше на 0,26 т/га, а рентабельность — выше на 33%.

Ключевые слова: подсолнечник, технология Strip-till, полосная обработка, агрофизические условия, урожайность, Предкавказье

Для цитирования: Кузыченко Ю.А., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н. Возделывание подсолнечника с полосным рыхлением почвы в условиях Предкавказья. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-132-135>

© Кузыченко Ю.А., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н.

Cultivation of sunflower with strip loosening of the soil in the conditions of Ciscaucasia

ABSTRACT

The search and modernization of modern technologies for the cultivation of tilled crops in the Stavropol Territory are primarily associated with obtaining higher crop yields at the lowest production costs and achieving of a significant soil protection effect. Strip-till technology involves the creation of narrow water-absorbing gaps against the background of stubble and plant residues treated with glyphosate left on the field. The proposed technology includes an element of modernization — pre-treatment of the stubble with the “Catros” disc tool, which creates soil-straw mulch on the soil surface, preventing moisture evaporation. During the research period from 2019 to 2021, an increase in the average monthly temperature of the spring-summer period (May — June — July) by 1.8 °C, 2.7 °C and 2.0 °C respectively was established in comparison with the long-term average. At the same time, the decrease in the amount of precipitation in the spring period over the years of research averaged 11 mm, with a critical decrease in June 2019 by 52 mm and in July 2020 by 54 mm from the long-term one. A higher density of soils in the main periods of sunflower vegetation was established in comparison with traditional technology by an average of 0.03 g/cm³ due to a lower (by 0.9 mm) average weighted diameter of soil particles. Capillary porosity with Strip-till in the spring was 21%, which formed a larger (by 11 mm) moisture reserve compared to the traditional one, and the yield of sunflower with the Strip-till technology is 0.26 t/ha more, and the profitability is higher by 33%.

Key words: sunflower, Strip-till technology, strip processing, agrophysical conditions, productivity, Ciscaucasia

For citation: Kuzychenko Yu.A., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N. Cultivation of sunflower with strip loosening of the soil in the conditions of Ciscaucasia. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-132-135> (In Russian).

© Kuzychenko Yu.A., Gadzhumarov R.G., Dzhandarov A.N.

Введение/Introduction

Оценка внедрения различных энергосберегающих систем основной обработки почвы под подсолнечник с учетом складывающихся агрофизических условий и экономической целесообразности, в том числе и при применении полосной технологии Strip-Till, послужила основой для проведения исследований о возможности использования данной технологии в различных почвенно-климатических зонах России [1–4]. Отличительной особенностью технологии Strip-till является посев семян пропашных культур в разрыхленные полосы и оставление до 70% растительных остатков в межполосном пространстве [5–10]. Кроме того, при данной технологии сохраняется продуктивная влага в период вегетации культуры за счет почвозащитного эффекта растительных остатков в межполосном пространстве, повышается плодородие почвы и отмечается снижение дефляционной нагрузки на почву и производственных затрат [11–13].

Однако вопросы сохранения продуктивного запаса влаги при мульчировании необработанной поверхности почвы и создание почвенно-соломистой мульчи при поверхностном дисковании перекрестно в два следа на глубину до 5 см обозначили наличие различных мнений. Установлена однозначность влагосбережения при внесении 4 т/га соломистой мульчи на поверхность почвенного массива и дисковой заделке растительных остатков в почву на глубину 5 см, при этом сохранение продуктивной влаги весной в течение полуторамесячного периода составила 24 и 26 мм соответственно в сравнении с открытой поверхностью почвы после вспашки с заделкой стерни [14].

Цель исследований — оценка урожайности и экономических показателей возделывания подсолнечника по модернизированной технологии Strip-till в сравнении с традиционно принятой технологией на основании сложившихся почвенно-климатических и агрофизических условий.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проводились в научно-производственном опыте на черноземе южном (гумус в слое 0–20 см — 2,9%, подвижный фосфор P_2O_5 — 40 мг/кг, обменный калий K_2O — 344 мг/кг) в зоне неустойчивого увлажнения юго-восточной части Ставропольского края. В период исследований с 2019 по 2021 гг. установлено увеличение среднемесячной температуры в осенние периоды по годам исследований на 1,4 °С, в весенне-летние периоды — на 1,8 °С, при этом в мае, июне и июле наблюдался жесткий температурный режим с превышением температуры над среднемноголетней в диапазонах 0,8–2,9 °С, 1,8–4,5 °С и 0,9–3,2 °С. По количеству осадков отмечается тенденция снижения в весенние периоды по годам исследований в среднем

на 11 мм, при критическом снижении осадков в июне 2019 г. на 52 мм и июле 2020 г. — на 54 мм. Система обработки: традиционная (дисковое лущение орудием «Catros» на 8–10 см, пахота на 20–20 см, внесение КАС в дозе 143 л/га под 1-ю весеннюю культивацию, сев с нитроаммофоской NPK16 — 54 д.в.) и технология Strip-till (дисковое лущение орудием «Catros» на 8–10 см, внесение глифосата + зеромакс 2,4Д — 3 л/га, полосная обработка культиватором-щелерезом «Blu-Jet» на глубину 20 см с внесением КАС с нормой 143 л/га, сев с нитроаммофоской NPK16 — 54 д.в.). Сорт: гибрид пр 64ле 99 «Пионер».

Результаты/Results and discussion

Оценка средневзвешенного диаметра почвенных агрегатов, исходя из условия их гексогональной упаковки, показала меньшее значение диаметра агрегатов при способе обработке Strip-till в сравнении с отвальной обработкой на 0,6, 1,1 и 1,1 мм соответственно по периодам наблюдений. Меньшему диаметру агрегатов при Strip-till соответствует большая плотность их сложения с обратной корреляционной зависимостью ($r = -0,8$), при этом увеличение плотности при безотвальной обработке в сравнении с отвальной по срокам наблюдений составляет 0,05; 0,02 и 0,04 г/см³. Большей плотности сложения агрегатов при Strip-till соответствует и большая капиллярная пористость с прямой корреляционной связью ($r = 0,54$), при этом увеличение пористости при безотвальной обработке в сравнении с отвальной по срокам наблюдений составляет 4% (табл. 1).

Средняя водопроницаемость при технологии Strip-till после основной обработки составляет 6,0 мм/мин, а при рекомендованной технологии 4,3 мм/мин, разли-

Рис. 1. Водопроницаемость при различных системах обработки почвы, мм/мин

Fig. 1. Water permeability for various tillage systems, mm/min

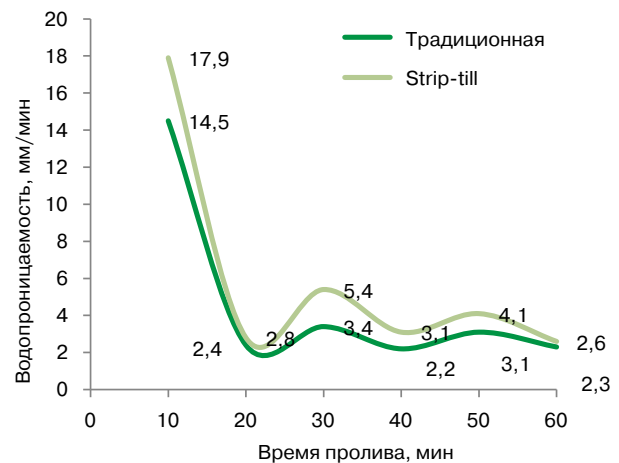


Таблица 1. Агрофизические условия при различных системах обработки почвы под подсолнечник

Table 1. Agrophysical conditions after using different tillage systems for sunflower cultivation

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	7,4	1,05	23	6,2	1,11	17	7,0	1,23	14
Strip-till	6,8	1,10	27	5,1	1,13	21	5,9	1,27	16

ца — 1,7 мм/мин, или 29%. Более интенсивное впитывание воды по стойке культиватора «Blu-Jet» связано с формированием объемных водопоглощающих щелей, создаваемых рыхлительной лапой культиватора-щелереза (рис. 1).

Большой запас продуктивной влаги по срокам отбора при Strip-till связан с большим объемом капиллярных пор прямой корреляционной связью ($r = 0,8$). Увеличение запасов продуктивной влаги при Strip-till составляет, по срокам отбора, 11, 10 и 11 мм в сравнении с отвальной обработкой (табл. 2).

Установлена тенденция большей урожайности подсолнечника при технологии Strip-till (на 0,26 т/га) в сравнении с традиционной, увеличении рентабельности составило 33% (табл. 3).

Выводы/Conclusion

При комбинированной обработке почвы под подсолнечник с элементами технологии Strip-till отмечается несколько большая плотность почв в основные периоды вегетации — в среднем на 0,03 г/см³ в сравнении с тра-

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

диционной технологией, в связи с меньшим на 0,9 мм-среднезвешенным диаметром агрегатов почвы Большая капиллярная пористость при Strip-till в весенний период (21%) формирует и большой запас влаги (на 11 мм), соответственно урожайность подсолнечника при технологии Strip-till выше на 0,26 т/га при увеличении рентабельности на 33%.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

Таблица 2. Влагонакопление в периоды вегетации подсолнечника

Table 2. Moisture accumulation during the growing season of sunflower

Система обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		
	осенний период	весенний период	летне-осенний период
Традиционная	93	91	21
Strip-till	104	101	30

Таблица 3. Урожайность и экономические показатели возделывания подсолнечника

Table 3. Yield and economic indicators of sunflower cultivation

Технология	Урожайность, т/га				Затраты, руб./га	Рентабельность, %
	2019	2020	2021	средняя		
Традиционная	2,12	1,32	2,86	2,10	246 62	113
Strip-till	2,4	1,47	2,91	2,36	239 60	146
HCP ₀₅ = 0,28 т/га						

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Беляев В.И., Майнель Т., Тиссен Р., Руднев Н.В., Кожанов Н.А., Соколова Л.В. Сравнительная оценка водного режима почвы и урожайности подсолнечника при различных технологиях осенней обработки почвы в условиях Кулундинской степи Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 5 (151): 27-34.
- Ткалич И. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткалич Ю. И. Агротехнические приемы повышения урожайности семян подсолнечника в условиях Степи Украины. *Зерновые культуры*. 2018; 2 (1): 44-52.
- Дрепа Е.Б., Власова О.И., Голубь А.С., Донец И.А. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника. *Земледелие*. 2020; 3: 18-20.
- Кузыченко Ю.А. Зоны внедрения систем основной обработки почвы под пропашные культуры в условиях Центрального Предкавказья. *Аграрный вестник Урала*. 2020; 3: 28-35.
- Ivanov V.M., Kubareva A.V. Optimization of innovative Strip-till technology of maize cultivation for grain on black soils in steppe zone of Volgograd region. *RUDN Journal of agronomy and animal industries*. 2018; 13(3): 224-231.
- Сафиуллин М.Р. Strip-till в России. *Ресурсосберегающее земледелие*. 2012; 4: 13-16.
- Орлов А. И. Подсолнечник по технологии No-Till и Strip-Till. *Киев. Агроэкоперт*. 2015; 12: 26-29.
- Тиссен Р., Беляев В.И., Кузнецов В.Н., Соколова Л.В. Оценка эффективности затрат при реализации полосовой технологии осенней обработки почвы в условиях засушливой степи Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 9(155): 18-23.
- Беляев В.И., Майнель Т., Тиссен Р., Руднев Н.В., Кожанов Н.А., Соколова Л.В. Влияние глубины осенней обработки почвы и дозы минеральных удобрений на водный режим почвы и урожайность подсолнечника при возделывании по технологии «Strip-till» в условиях засушливой степи Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 6(152): 25-32.
- Орлов А. И. Эффективное выращивание подсолнечника по технологии Strip-Till. *Киев. Пропозиция*. 2019; 6: 179-181.

REFERENCES

- Belyaev V.I., Mainel T., Thyssen R., Rudnev N.V., Kozhanov N.A., Sokolova L.V. Comparative assessment of the water regime of the soil and the yield of sunflower under various technologies of autumn tillage in the conditions of the Kulunda steppe of the Altai Territory. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 5 (151): 27-34 (In Russian.)
- Tkalich I. D., Girka A. D., Bochevar O. V., Tkalich Yu. I. Agrotechnical methods of increasing the yield of sunflower seeds in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Zernovye kul'tury*. 2018; 2 (1): 44-52 (In Russian.)
- Drepa E.B., Vlasova O.I., Golub A.S., Donets I.A. Influence of cultivation technology on the agrophysical properties of leached chernozems and sunflower yield. *Zemledelie*. 2020; 3: 18-20 (In Russian.)
- Kuzychenko Yu.A. Zones of introduction of systems of basic tillage for tilled crops in the conditions of the Central Ciscaucasia. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2020; 3: 28-35 (In Russian.)
- Ivanov V.M., Kubareva A.V. Optimization of innovative Strip-till technology of maize cultivation for grain on black soils in steppe zone of Volgograd region. *RUDN Journal of agronomy and animal industries*. 2018; 13(3): 224-231.
- Safullin M.R. Strip-till in Russian. *Resursosberegayushchee zemledelie*. 2012; 4: 13-16 (In Russian.)
- Orlov A. I. Sunflower using No-Till and Strip-Till technology. *Kiev. Agroekspert*. 2015; 12: 26-29 (In Russian.)
- Thyssen R., Belyaev V.I., Kuznetsov V.N., Sokolova L.V. Evaluation of cost effectiveness in the implementation of the strip autumn tillage technologies in arid steppe conditions Altai Territory. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 9(155): 18-23 (In Russian.)
- Belyaev V.I., Mainel T., Tissen R., Rudnev N.V., Kozhanov N.A., Sokolova L.V. The influence of the depth of autumn tillage and the dose of mineral fertilizers on the water regime of the soil and the yield of sunflower when cultivated using the "Strip-till" technology in the conditions of the arid steppe of the Altai Territory. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 6(152): 25-32 (In Russian.)
- Orlov A. I. Efficient sunflower cultivation using Strip-Till technology. *Kiev. Propoziciya*. 2019; 6: 179-181 (In Russian.)

11. Вольтерс И.А., Власова О.И., Передериева В.М., Дрепа Е.Б. Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья. *Земледелие*. 2020; 3: 14-18

12. Есаулко А.Н., Дрепа Е.Б., Ожередова А.Ю., Голосной Е.В. Эффективность применения технологии No-till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края. *Земледелие*. 2019; 7: 28-31.

13. Дридигер В.К., Невечеря А.Ф., Токарев И.Д., Войцеховская С.С. Экономическая эффективность технологии No-Till в засушливой зоне Ставропольского края. *Земледелие*. 2017; 3: 16-19.

14. Скорляков В.И. Показатели качества измельчения и разбрасывания соломы зерноуборочными комбайнами ведущих фирм. *Техника и оборудование для села*. 2013; 3(189): 30-33.

11. Volters I.A., Vlasova O.I., Perederieva V.M., Drepa E.B. The effectiveness of the use of direct sowing technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central Ciscaucasia. *Zemledelie*. 2020; 3: 14-18 (In Russian.)

12. Esaulko A.N., Drepa E.B., Ozheredova A.Yu., Golosnoy E.V. The effectiveness of the application of No-till technology in various soil and climatic zones of the Stavropol Territory. *Agriculture. Zemledelie*. 2019; 7: 28-31 (In Russian.)

13. Dridiger V.K., Nevecherya A.F., Tokarev I.D., Voitsekhovskaya S.S. Economic efficiency of No-Till technology in the arid zone of the Stavropol Territory. *Zemledelie*. 2017; 3: 16-19 (In Russian.)

14. Skorlyakov V.I. Quality indicators of straw chopping and spreading by combine harvesters of leading companies. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013; 3(189): 30-33 (In Russian.)

ОБ АВТОРАХ:

Юрий Алексеевич Кузыченко,

доктор с.-х. н., гл. научный сотрудник
Северо-Кавказский Федеральный Научный Аграрный Центр,
Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация
тел. 8-909-767-73-13,
E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Расул Гаджиумарович Гаджиумаров,

кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией технологий возделывания с.-х. культур
Северо-Кавказский Федеральный Научный Аграрный Центр,
Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация
тел. 8-928-335-18-99,
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Арсен Ниязбиевич Джандаров,

научный сотрудник
Северо-Кавказский Федеральный Научный Аграрный Центр,
Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация
тел. 8-963-383-94-78,
E-mail: arsen-agro@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Yury Alekseevich Kuzychenko,

Dr. X. n., ch. Researcher
North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk,
Stavropol Territory, Russian Federation
tel. 8-909-767-73-13,
E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Rasul Gadzhumarovich Gadzhumarov,

candidate X. sciences, head. laboratory of cultivation technologies with. X. crops
North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk,
Stavropol Territory, Russian Federation
tel. 8-928-335-18-99,
E-mail: rasul_agro@mail.ru

Arsen Niyazbievich Dzhandarov,

Researcher
North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk,
Stavropol Territory, Russian Federation
tel. 8-963-383-94-78,
E-mail: arsen-agro@mail.ru

Форум и выставка по глубокой переработке зерна и промышленной биотехнологии «Грэйнтек»



+7 (495) 585-5167 | info@graintek.ru | www.graintek.ru

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 16-17 ноября 2022 года в отеле Холидей Инн Лесная Москва

В фокусе Форума – практические аспекты глубокой переработки зерна как для производства продуктов питания и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Темы Форума: производство и рынок нативных и модифицированных крахмалов, клейковины, сиропов, органических кислот, аминокислот (лизин, треонин, триптофан и тд), сахарозаменителей (сорбит, ксилит, маннит) и других химических веществ.

18 ноября 2022 года пройдет семинар «ГрэйнЭксперт», посвященный практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.



Р.Ф. Саидзода, ✉
 С.Т. Саидзода,
 Т.Т. Пирзода,
 А.Т. Садиков

Институт земледелия Таджикской
 Академии сельскохозяйственных наук, пос.
 Шарора, Республика Таджикистан

✉ ziroatkor@mail.ru

Поступила в редакцию:
 08.04.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.07.2022

Принята к публикации:
 18.08.2022

Rahmon F. Saidzoda, ✉
 Saidjamol T. Saidzoda,
 Tojiddin T. Pirzoda,
 Asliddin T. Sadikov

Institute of Farming of the Tajik Academy
 of Agricultural Sciences, village Sharora,
 Republic of Tajikistan

✉ ziroatkor@mail.ru

Received by the editorial office:
 04.08.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 18.08.2022

Особенности прохождения роста, развития и продуктивности сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Наиболее важным и эффективным способом повышения урожайности хлопчатника в Таджикистане является совершенствование технологий выращивания перспективных сортов. Одним из важнейших элементов технологии выращивания является установление оптимальной густоты стояния растений как одного из основных факторов, оказывающих решающее влияние на рост и развитие растений, а следовательно, на размер урожая и его качество. Известно, что оптимальная густота стояния способствует мощному развитию отдельных кустов и накоплению большого урожая на каждом из них.

Методы. Опыт был заложен в дехканском хозяйстве «Бобои Зиедали» сельсовета Рудаки Вахшского района Южного Таджикистана в соответствии с методикой полевых экспериментов с хлопчатником. Полученные полевые данные были обработаны математическим методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Результаты. По данным, полученным в результате изучения сортов средневолокнистого хлопчатника при выращивании в условиях разной густоты растений, максимальная густота растений установлена в пределах 99–100 тыс. растений/га. К концу вегетации на 1 августа высота главного стебля при густоте 99 тыс. растений/га составила у сорта Дусти-ИЗ 81,9 см, у сорта Сорбон — 78,8 см. Аналогичные данные (75,0 см у сорта Дусти-ИЗ и 73,8 см у сорта Сорбон) были получены при густоте 100 тыс. растений/га. Урожайность хлопка-сырца по этим же вариантам составила 5,6–6,0 т/га для сорта Сорбон и 7,2–7,6 т/га для сорта Дусти-ИЗ.

Ключевые слова: хлопчатник, сорт, рост, развитие, густота стояния, коробочки, масса, урожайность, выход волокна

Для цитирования: Саидзода Р.Ф., Саидзода С.Т., Пирзода Т.Т., Садиков А.Т. Особенности роста, развития и продуктивности сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-136-141>

© Саидзода Р.Ф., Саидзода С.Т., Пирзода Т.Т., Садиков А.Т.

Features of the growth, development and productivity of medium-fiber cotton varieties depending on the density of standing plants

ABSTRACT

Relevance. The most important and effective way to increase the yield of cotton in Tajikistan is to improve the technologies for growing promising varieties. One of the most important elements of cultivation technology is to establish the optimal density of standing plants as one of the main factors that have a decisive influence on the growth and development of plants, and, consequently, on the size of the crop and its quality. It is known that the optimal density of crops contributes to the powerful development of individual bushes and the accumulation of a large harvest on each of them.

Methods. The experience was laid in the Dehkan farm «Boboi Ziedali» of the Rudaki village of the Vakhsh district of Southern Tajikistan in accordance with the methodology of field experiments with cotton. The obtained field data were processed by the mathematical method of variance analysis according to B. A. Dospikhov.

Results. According to the data, obtained as a result of studying varieties of medium-fiber cotton when grown in conditions of different plant density, the maximum plant density is set within 99–100 thousand plants/ha. By the end of the growing season on August 1, the height of the main stem with a density of 99 thousand plants/ha was 81,9 cm in the Dusti-IZ variety, 78,8 cm in the Sorbon variety. Similar data (75,0 cm in the Dusti-IZ variety and 73,8 cm in the Sorbon variety) were obtained at a density of 100 thousand plants/ha. The yield of raw cotton according to the same variants was 5,6–6,0 t/ha for the Sorbon variety and 7,2–7,6 t/ha for the Dusti-IZ variety.

Key words: cotton, variety, growth, development, density of standing, boxes, weight, yield, fiber yield

For citation: Saidzoda R. F., Saidzoda S. T., Pirzoda T. T., Sadikov A. T. Features of the growth, development and productivity of medium-fiber cotton varieties depending on the density of standing plants. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-136-141> (In Russian).

© Saidzoda R. F., Saidzoda S. T., Pirzoda T. T., Sadikov A. T.

Введение/Introduction

Хлопчатник — это ценная сельскохозяйственная культура, дающая человеку волокно, богатые маслом и белком семена, также он является прекрасным медоносом. Наиболее распространенным натуральным волокном в мире является именно хлопковое.

Самое высокое биологическое разнообразие диких видов хлопчатника наблюдается в Мексике, далее следуют Австралия и ряд регионов Африки. Вероятно, хлопчатник был независимо введен в культуру в Старом и Новом Свете. Фрагменты тканей из хлопка, датированные 5 тыс. лет до н.э. обнаружены в Мексике и Пакистане, которые являются историческими центрами разведения этой культуры. За несколько тысячелетий до нашей эры хлопчатник распространился по территории современной Индии и Латинской Америки. На территории современного Ирана хлопчатник, вероятно, начали возделывать при Ахеменидах, а в Китае эта сельскохозяйственная культура распространилась при Чингисхане. На юг Европы хлопчатник был занесен арабами в период захвата этого региона Османской империей [1].

В настоящее время хлопчатник выращивается в тропических и субтропических регионах более чем в 80 странах мира. Хлопчатником занято 2,5% мировых сельскохозяйственных угодий, на которых ежегодно производится около 25 миллионов тонн хлопкового волокна. В Таджикистане хлопчатник является основной технической культурой, под которую ежегодно отводится примерно 186,2–188,5 тыс. га, или 7,5–7,7% пахотных земель [2]. Одним из условий, определяющих продуктивность хлопчатника, является оптимальная густота стояния растений на единицу площади [3].

Изучение количества растений на единицу площади является одним из важнейших вопросов при выращивании хлопчатника [4]. Оптимальная густота растений может варьироваться в зависимости от сорта, гибрида, почвенно-климатической зоны, погодных условий и, прежде всего, влагообеспеченности [5]. Определение оптимальной густоты растений обеспечивает не только нормальное развитие каждого растения, но и возможность получения максимального урожая с единицы площади [6, 7]. По обобщенным данным [8, 9], максимальная урожайность хлопка-сырца с хлопчатника складывается при площади питания одного растения 0,17–0,20 м² (50–60 тыс. шт./га) в условиях оптимальной температуры и достаточной влаги, а при недостатке влаги в почве — при площади питания одного растения 0,20–0,25 м² (40–50 тыс. шт./га). Снижение густоты стояния до 20 тыс. шт./га, а также ее увеличение до 60–80 тыс. шт./га привело к уменьшению массы хлопка-сырца с одной коробочки на 2,3% и 2,9% соответственно. Площадь питания хлопчатника напрямую влияет не только на отдельные растения, но и на все элементы продуктивности [10]. Загущенные посевы приводят к уменьшению набора элементов продуктивности хлопчатника и выхода его волокна, особенно в условиях недостаточного увлажнения [11]. Гибриды лучше, чем сорта, выдерживают загущение посевов в пределах 5–8 тыс./га (10–15%) от оптимальной нормы. При этом они в меньшей мере снижают урожайность, чем сорта, или сохраняют ее

на уровне оптимальной [12]. Чрезмерное загущение посевов, а это часто наблюдается в производстве, ведет к резкому снижению урожайности хлопчатника (на 0,3–0,5 т/га и более) [13].

В системе агротехнических мероприятий по возделыванию хлопчатника изучение и обоснование оптимальной густоты растений на единицу площади является важным и необходимым для получения максимального урожая хорошего качества [14]. Исследования в этом направлении необходимы для каждого сорта и гибрида, так как большое значение имеют их индивидуальные особенности и пренебрежение ими может привести к огромным потерям урожая.

Цель и задачи исследования — изучить и оценить изменение прохождения онтогенетических процессов и продуктивности сортов средневолночного хлопчатника в зависимости от густоты растений на единицу площади.

Материалы и методы/Materials and methods

Объектами исследования были два районированных сорта (Сорбон и Дусти-ИЗ) средневолночного хлопчатника селекции Республики Таджикистан. Полевые опыты по выращиванию хлопчатника проводились с 2016 по 2019 г. в дехканском хозяйстве «Бобои Зиедали» сельсовета Рудаки Вахшского района Южного Таджикистана. Почва опытного участка светло-серая, по механическому составу среднесуглинистая. В пахотном слое содержание гумуса 1,43%, нитратного азота в слое 0–35 см — 18,2 мг/кг, подвижного фосфора — 25,80 мг/кг, обменного калия — 235,8 мг/кг почвы. В подповерхностном слое соответственно 8,05; 15,25; 160,6 мг/кг почвы. Повторность опыта 4-кратная с одноярусным расположением каждой делянки. Участки расположены 8 рядов по 100 м шириной 4,8 м (480 м²). До начала полива все агротехнические мероприятия по вариантам опыта проводили одновременно, а с началом полива привязывали к обработкам. Уклон участка — 0,0350, полив производился по приходным бороздам со сливом. Количество изученных вариантов — 4.

Исследования проводились в соответствии с методикой полевых опытов с хлопчатником [15]. Полученные экспериментальные данные обработаны математическим методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехов [16] с использованием «Microsoft Excel 2010».

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Наши исследования показали, что вопрос оптимизации густоты растений хлопчатника в зоне недостаточ-

Таблица 1. Динамика высоты главного стебля (см) сортов средневолночного хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений, тыс./га (среднее за 2016–2019 гг.)

Table 1. Dynamics of the height of the main stem (cm) of medium-fiber cotton varieties depending on the density of standing plants, thousand/ha (average for 2016–2019)

Сорт	Густота стояния растений, тыс. штук/га									
	99		100		105		108		110	
	01.07	01.08	01.07	01.08	01.07	01.08	01.07	01.08	01.07	01.08
	(M±m)									
Сорбон	70,1 0,24	78,8 2,44	64,4 1,18	73,8 2,07	60,1 0,98	69,1 1,87	59,7 2,00	66,7 1,07	55,1 1,98	62,2 0,78
Дусти-ИЗ	75,1 1,45	81,9 0,98	67,1 2,48	75,0 2,10	63,1 1,67	70,4 0,87	69,5 2,48	68,9 2,01	66,1 0,97	66,9 1,07
НСП ₀₅	2,48		1,78		0,97		2,47		1,54	

Таблица 2. Формирование числа бутонов и симподиальных ветвей (шт./растение) сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты растений, тыс./га (в среднем за 2016–2019 гг.)

Table 2. Formation of the number of buds and sympodial branches (pcs./plant) of medium-fiber cotton varieties depending on the density of plants, thousand/ha (on average for 2016–2019)

Сорт	Густота стояния растений, тыс. штук/га									
	99		100		105		108		110	
	1 июля									
	$(M \pm m)$									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Сорбон	19,7 0,12	12,4 1,04	18,0 2,04	10,0 1,40	17,7 0,78	9,7 1,78	16,7 2,78	8,7 0,89	15,8 3,00	7,8 1,89
Дусти-ИЗ	21,6 1,78	14,0 2,87	20,6 1,00	13,7 2,7	19,7 0,89	11,0 3,78	18,8 1,78	10,6 2,04	17,0 0,78	9,0 2,74
НСР ₀₅	0,88		2,08		1,07		2,87		2,51	

Примечание: 1 — количество бутонов; 2 — количество симподиальных ветвей

Таблица 3. Формирование числа полноценных коробочек (шт./растение) сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты растений, тыс./га (в среднем за 2016–2019 гг.)

Table 3. Formation of the number of full-fledged boxes (pcs./plant) of medium-fiber cotton varieties depending on the density of plants, thousand/ha (on average for 2016–2019)

Сорт	Густота стояния растений, тыс. штук/га									
	99		100		105		108		110	
	1 сентября									
	$(M \pm m)$									
	Всего	В т. ч. рас-крытых	Всего	В т. ч. рас-крытых	Всего	В т. ч. рас-крытых	Всего	В т. ч. рас-крытых	Всего	В т. ч. рас-крытых
Сорбон	11,7 1,02	2,8 1,74	10,7 2,04	2,0 1,70	9,2 2,78	1,7 2,28	8,0 2,71	1,0 1,89	7,1 3,02	1,0 1,81
Дусти-ИЗ	14,0 2,08	3,0 2,07	13,6 1,14	4,2 0,07	12,7 2,89	3,0 3,08	11,0 1,71	2,6 2,24	10,8 0,71	2,1 2,70
НСР ₀₅	1,48		2,70		0,98		1,47		1,44	

Таблица 4. Характеристика продуктивности сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты растений (в среднем за 2016–2019 гг.)

Table 4. Characteristics of productivity of medium-fiber cotton varieties depending on plant density (on average for 2016–2019)

Сорт	Густота стояния растений, тыс. штук/га									
	99		100		105		108		110	
	$(M \pm m)$									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Сорбон	5,2 2,12	6,0 1,44	5,0 2,04	5,6 1,70	4,8 2,78	4,6 2,58	4,4 2,71	3,8 1,89	4,1 3,12
Дусти-ИЗ	5,5 1,10	7,6 2,27	5,3 3,14	7,2 0,87	5,2 2,89	6,9 3,08	5,0 1,71	5,9 2,24	4,8 2,71	5,7 2,10
НСР ₀₅	2,40		0,98		2,77		2,40		2,54	

Примечание: 1 — масса хлопка-сырца одной коробочки, г; 2 — урожай хлопка-сырца, т/га

ного увлажнения является актуальным, особенно с появлением новых гибридов и сортов. Густота стояния растений в посеве является одним из важных факторов, определяющих хороший рост и развитие растений хлопчатника, а также их продуктивность, в том числе структуру урожая (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что у сорта Дусти-ИЗ при густоте стояния 99 и 100 тыс. шт./га разница в высоте главного стебля растений в среднем за 2016–2019 гг. на 1 июля — 2,7–4,9 см, а на 1 августа — 1,2–3,1 см. При густоте стояния растений 105–108 тыс./га разница в высоте главного стебля у изучаемых сортов незначительна, однако они превосходят вариант с густотой посадки 110 тыс./га. в эти даты (1 июля и 1 августа) — на 3,0–5,0 см и 3,4–4,6 см; 3,5–14,0 см и 2,0–11,6 см соответственно. Как видно, при увеличении нормы высева растений до 110 тыс./га у обоих сортов наблюдалось снижение прироста. У сорта Сорбон, по сравнению с Дусти-ИЗ, при увеличении нормы высева снижение высоты главного стебля на 1 августа происходило быстрее и составило 2,4% по сравнению с вариантом густоты растений 99 тыс. растений/га, и 0,9% по сравнению с вариантом 100 тыс. растений на га.

В период исследований продуктивность растений хлопчатника, то есть формирование бутонов и симподиальных ветвей, на 1 июля по разным вариантам густоты стояния растений колебалась в зависимости от сорта, так, при 99–100 тыс./га эти показатели для сорта Дусти-ИЗ — 20,6–21,6; 14,0–13,7 шт./растение, а у сорта Сорбон показатели при изучаемых плотностях были практически одинаковы, отличия составляли 1,9–2,6; 1,6–3,7 шт./растение (табл. 2).

В зависимости от густоты растений менялось и количество полноценных коробочек на одном растении (табл. 3). Оно было пропорционально количеству бутонов и симподиальных ветвей и обратно пропорционально густоте растений. Из табл. 3 видно, что с увеличением густоты растений хлопчатника количество полноценных коробочек у сорта уменьшалось. У всех изучаемых сортов количество коробочек в среднем по всем вариантам густоты растений различалось: в пределах 4,6 шт./растение у сорта Сорбон при густоте стояния 99–110 тыс. растение/га, и в пределах 3,2 шт./растение у сорта Дусти-ИЗ;

соответственно и количество открытых коробочек изменялось в пределах 1,8; 0,9 шт./растение.

Основными составляющими хозяйственной урожайности хлопчатника являются количество коробочек с растения и масса хлопка-сырца (крупность) одной коробочки. При этом, как правило, в норме увеличение значения одного из компонентов влечет за собой компенсаторное снижение другого. В результате одна и та же масса хлопка-сырца с одного растения может быть получена либо за счет большего количества, но меньших по размеру и массе коробочек, либо, наоборот, за счет меньшего количества более крупных коробочек. Так, по результатам наших исследований, масса хлопка-сырца в одной коробочке в среднем за 2016–2019 гг. по всем вариантам густоты стояния колебалась от 4,1 г (110 тыс. растение/га) до 5,2 г (99 тыс. растение/га) для сорта Сорбон, а для сорта Дусти-ИЗ — от 4,8 г (при густоте растений 110 тыс./га) до 5,5 г (99 тыс. растений/га). Максимальная масса сырца по каждому сорту отдельно отмечена при густоте 99–100 тыс. штук/га, у сорта Сорбон — 5,0–5,2 г, у сорта Дусти-ИЗ — 5,3–5,5 г (табл. 4).

В настоящее время в Республике Таджикистан посевные площади под хлопчатником, по сравнению с другими культурами, значительны. Увеличение объемов производства хлопка-сырца за счет повышения урожайности является важнейшей задачей сельского хозяйства республики.

При загущенности растений до 108–110 тыс./га урожайность хлопка-сырца у сорта Сорбон составила 3,2–3,8 т/га, а у сорта Дусти-ИЗ — 5,7–5,9 т/га. Значительная урожайность у обоих сортов отмечена при густоте

Таблица 5. Выход волокна (%) сортов средневолокнистого хлопчатника в зависимости от густоты растений (в среднем за 2016–2019 гг.)

Table 5. Fiber yield (%) of medium-fiber cotton varieties depending on plant density (on average for 2016–2019)

Сорт	Густота стояния растений, тыс. штук/га				
	99	100	105	108	110
	<i>(M±m)</i>				
Сорбон	37,5 2,04	36,4 3,04	35,5 1,78	34,5 2,01	34,0 2,12
Дусти-ИЗ	38,7 3,10	37,9 2,14	36,1 0,89	35,6 2,71	36,0 0,11
НСП ₀₅	0,98	1,08	0,77	1,40	0,94

растений 99–100 тыс./га — от 5,6 т/га (у сорта Сорбон) до 7,6 т/га (у сорта Дусти-ИЗ). Согласно полученным данным, урожай хлопка-сырца при одиночном стоянии растений хлопчатника увеличивается на 1,6–2,4 т с гектара (табл. 4). Размещение в гнездах по одному растению способствует увеличению числа плодовых ветвей, при двух и более растениях в гнездах урожай хлопчатника повышается на 15–20%. При одиночном стоянии растений лучше развивается корневая система и увеличивается длина волокна [17].

Процентное содержание хлопкового волокна является основным критерием выхода волокна со всей посевной площади. Установлено, что выход волокна обусловлен сложным взаимодействием абиотических факторов. Результаты исследований по влиянию густоты стояния растений в посевах хлопчатника показали, что выход волокна меняется при различных нормах высева. В среднем за годы исследований выход волокна сортов средневолокнистого хлопчатника варьировал в довольно широких пределах — 34,0–39,0%. Максимальный выход волокна отмечен при плотности растений

Рис. 1. Корреляционный анализ густоты стояния растений и высоты главного стебля сортов средневолокнистого хлопчатника (среднее за 2016–2019 гг.)

Fig. 1. Correlation analysis of the density of standing plants and the height of the main stem of medium-fiber cotton varieties (average for 2016–2019)

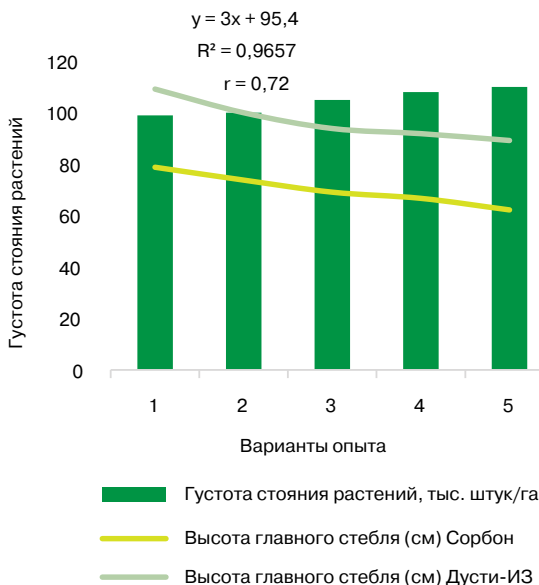
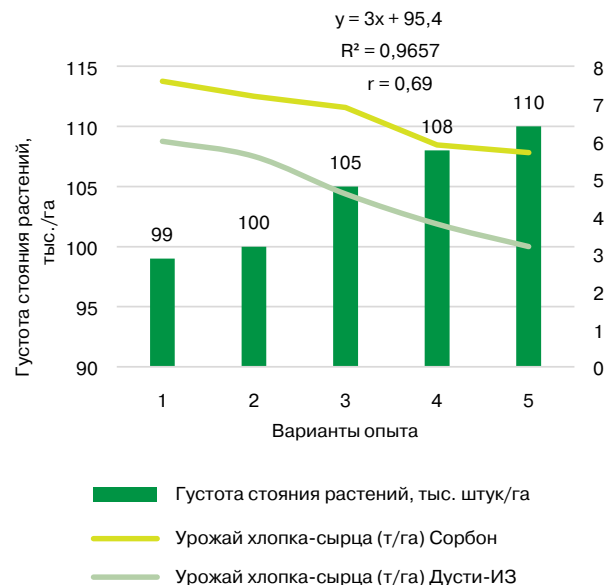


Рис. 2. Корреляционный анализ густоты стояния растений и величины хозяйственного урожая сортов средневолокнистого хлопчатника (среднее за 2016–2019 гг.)

Fig. 2. Correlation analysis of the density of plant standing and the value of the economic yield of medium-fiber cotton varieties (average for 2016–2019)



99–100 тыс./га — 38,7; 37,9% у сорта Дусти-ИЗ, 37,5; 36,4% — у сорта Сорбон (табл. 5).

Результаты корреляционного анализа полученных экспериментальных данных показали, что существует положительная корреляция между густотой стояния растений и значением хозяйственно ценных признаков сортов средневолокнистого хлопчатника. Кроме того, существует положительная корреляция между уровнем урожайности хлопка-сырца и высотой основного стебля растений со значительным коэффициентом (0,72; 0,69 соответственно), см. рис. 1, 2.

По результатам проведенного корреляционного анализа густоты растений, высоты главного стебля и значений хозяйственно ценных признаков доказана достаточно тесная положительная взаимосвязь между признаками.

Выводы/Conclusion

Установлено, что по значимым показателям средн изученных вариантов густоты растений варианты

99–100 тыс. растений/га выгодно отличались по всем признакам — высоте главного стебля и величине хозяйственно ценных признаков.

При изучении темпов роста и развития растений средневолокнистых сортов хлопчатника в зависимости от густоты стояния в течение исследуемого периода было отмечено, что высота основного стебля по состоянию на 1 августа (2016–2019 гг.) перед чеканкой у сорта Сорбон составляла в среднем 62,2–78,8 см, а у сорта Дусти-ИЗ — 66,9–81,9 см. Самые высокие растения наблюдались при густоте стояния 99–100 тыс. растений/га.

Количество полноценных коробочек по состоянию на 1 сентября 2016–2019 гг. для обоих сортов при всех вариантах плотности колеблется от 7,1 до 14,0 шт./растение. Значительное их количество (14,0; 13,6 и 11,7; 10,7 шт./растение) образовалось при густоте стояния 99–100 тыс. растений/га. В то же время урожайность по этим вариантам у сорта Сорбон находилась в пределах 5,6–6,0 т/га, а у сорта Дусти-ИЗ — 7,2–7,6 т/га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автономов А.Р. Изменчивость, наследование и наследуемость признака «общее число коробочек на растении» у сложных межлинейных гибридов F1-F2. Мичуринский агрономический вестник, №3, 2014 г. - С. 58-62.
2. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Информационный бюллетень по продовольственной безопасности и бедности / под редакцией Директора Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан Хасанзода Г.К. №2- 2019. — С. 73-116.
3. Сейидалиев Н.Я. Рост и развитие хлопчатника при различной густоте стояния растений и применении удобрений. Ж. «Плодородие» № 5 (56). Москва. 2010. стр. 13-14.
4. Ибрагимов А.Г., Мамедова М.З. Густота стояния растений и урожайность хлопчатника. International scientific and practical conference world science. 2016; № 11(15), Vol.2. - С. - 10-12.
5. Лукомец В.М., Тишков Н.М. Урожайность и качество семян у сортов крупноплодного подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений // Масличные культуры. — 2019. — Вып. 1 (177). — С. 31–39.
6. Давыдова, Н. В. Формирование урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья в зависимости от густоты стеблестоя / Н. В. Давыдова, А. О. Казаченко, А. В. Широколава и др. // Аграрная наука. — 2019. — №7/8. — С. 32-34
7. Нестеренко Г. И. Экологические испытания сортов хлопчатника из Ирана в Астраханской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. №9 (162). С. 36-40.
8. Токарев Н.А., Боcharникова Л.С., Нестеренко Г.И. Особенности агротехнических мероприятий на элитно-семеноводческих посевах хлопчатника в условиях Астраханской области. Орошаемое земледелие. — 2019. — №2. — С. -54-57.
9. Сангинов А., Сангинов П.А.Ч., Комилов Р. Урожайность хлопчатника в зависимости от густоты стояния растений в условиях Вахшской долины/ А. Сангинов, П.А. Сангинов, Р. Комилов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. серия естественных наук. -2019. №2-4 (69). С. - 86-88.

REFERENCES

1. Avtonomov A.R. Variability, inheritance and heritability of the trait «total number of boxes per plant» in complex interlinear F1-F2 hybrids. Michurinsky Agronomic Bulletin, №3, 2014. -P. 58-62. (In Russian)
2. Agency for Statistics under the President of the Republic of Tajikistan. Newsletter on food security and poverty / edited by the Director of the Agency for Statistics under the President of the Republic of Tajikistan Hasanzoda G.K. №2 — 2019. — P. 73-116. (In Russian)
3. Seyidaliev N.Ya. Growth and development of cotton with different plant density and application of fertilizers. Zh. «Fertility» №5 (56). Moscow. 2010. P. 13-14. (In Russian)
4. Ibragimov A.G., Mammadova M.Z. Plant density and cotton yield. International Scientific and Practical Conference world science. 2016; №11(15), Vol. 2. - P. 10-12. (In Russian)
5. Lukomets V.M., Tishkov N.M. Yield and quality of seeds in varieties of large-fruited sunflower depending on the plant density // Oil cultures. — 2019. — Issue. 1 (177).- P. 31–39. (In Russian)
6. Davydova, N.V. The formation of the yield of spring soft wheat in the conditions of the Central Non-Chernozem region depending on the density of the stem / N. V. Davydova, A. O. Kazachenko, A.V. Shirokolava et al. // Agrarian Science. — 2019. — No. 7/8.- P. 32-34. (In Russian)
7. Nesterenko G. I. Environmental testing of cotton varieties from Iran in the Astrakhan region // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2020. No. 9 (162). P. 36-40. (In Russian)
8. Tokarev N.A., Bocharnikova L.S., Nesterenko G.I. Peculiarities of agrotechnical measures on elite cotton seed-growing crops in the conditions of the Astrakhan region. Irrigated agriculture. — 2019. — №2. — P.-54-57. (In Russian)
9. Sanginov A., Sanginov P.A.Ch., Komilov R. Cotton yield depending on plant density in the conditions of the Vakhsh valley / A. Sanginov, P.A. Sanginov, R. Komilov // Bulletin of the Bokhtar State University named after Nosir Khusrav. natural science series. -2019. №2-4 (69). P. — 86-88. (In Russian)

10. Намозов Ф., Иминов А., Холтураев Ш. Влияние норм минеральных удобрений и режима орошения на урожайность хлопчатника Андижан-36 // Вестник аграрной науки Узбекистана. 2019. №4. С. 38-41.
11. Асланов Г.А., Гулиева Н.А. Влияние густоты посевов и неорганических удобрений на урожайность хлопчатника летней посадки // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №3. С. 58-63. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/06>
12. Шахмедова Ю. И., Нестеренко Г. И. Адаптация образцов хлопчатника Австралии и Китая к условиям Прикаспийской низменности // Проблемы развития АПК региона. 2019. №2. С. 176-179. <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2019.2.176>
13. Гафуров Д. У., Мирзаев Л. А. Влияние минеральных удобрений на технологические параметры волокон хлопчатника после повторных культур // Вестник аграрной науки Узбекистана. 2020. №1. С. 5-8.
14. Токарева, Н.Д. Оптимальный способ орошения хлопчатника в условиях Астраханской области / Н.Д. Токарева, Н.А. Токарев, Г.И. Нестеренко // Проблемы развития АПК. — 2017. — №2 (30). — С. 47-51.
15. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения. Ташкент, 1973. — С. 36-45.
16. Доспехов Б.А. Методики полевого опыта. М. «Колос», 1985, 334 с.
17. Исламов У.Р., Мукумова Х.Д., Чимпайизиев Ф.Н. Получение высоких урожаев хлопка-сырца в условиях Джизакской области // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13522>
10. Namozov F., Iminov A., Kholturaev Sh. Influence of norms of mineral fertilizers and irrigation regime on the yield of cotton Andijan-36 // Bulletin of Agrarian Science of Uzbekistan. 2019. №4. P. 38-41. (In Russian)
11. Aslanov G.A., Gulieva N.A. Influence of sowing density and inorganic fertilizers on the yield of summer planting cotton. Bulletin of Science and Practice. 2021. Vol. 7. №3. P. 58-63. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/64/06> (In Russian)
12. Shakhmedova Yu. I., Nesterenko G. I. Adaptation of cotton samples from Australia and China to the conditions of the Caspian lowland // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. 2019. №2. pp. 176-179. <https://doi.org/10.15217/issn2079-0996.2019.2.176> (In Russian)
13. Gafurov D. U., Mirzaev L. A. Influence of mineral fertilizers on the technological parameters of cotton fibers after repeated crops. Bulletin of Agrarian Science of Uzbekistan. 2020. №1. P. 5-8. (In Russian)
14. Tokareva, N.D. Optimal method of cotton irrigation in the conditions of the Astrakhan region / N.D. Tokareva, N.A. Tokarev, G.I. Nesterenko // Problems of development of the agro-industrial complex. — 2017. — №2 (30). — P. 47-51. (In Russian)
15. Methodology of field and vegetation experiments with cotton in irrigation conditions. Tashkent, 1973. — P. 36-45. (In Russian)
16. Dospekhov B.A. Methods of field experience. M. «Kolos», 1985, 334 p. (In Russian)
17. Islamov U.R., Mukumova Kh.D., Chimpaiyev F.N. Obtaining high yields of raw cotton in the conditions of the Jizzakh region // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine 2022.4(97). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13522>

ОБ АВТОРАХ:**Рахмон Фатхулло Саидзода,**

кандидат сельскохозяйственных наук, директор
Институт земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук, ул. Дусти, пос. Шарора, 735022, Республика Таджикистан
тел.: (+992) 555-55-92-79
<https://orcid.org/0000-0008-6863-8073>
e-mail: saidzod-rahmon65@mail.ru

Саиджамол Тоджидин Саидзода,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент ТАСХН, ведущий научный сотрудник отдела селекции и технологии средневолокнистого хлопчатника
Институт земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук, ул. Дусти, пос. Шарора, 735022, Республика Таджикистан
тел.: (+992) 907-12-91-90
<https://orcid.org/0000-0022-8553-4008>
e-mail: saidov_6363@mail.ru

Таджидин Тавар Пирзода,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории круглогодичного использования орошаемых земель
Институт земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук, ул. Дусти, пос. Шарора, 735022, Республика Таджикистан
тел.: (+992) 907-12-04-00
<https://orcid.org/0000-0002-6753-4558>
e-mail: saidov_6363@mail.ru

Аслиддин Тождинович Садилов,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и технологии средневолокнистого хлопчатника
Институт земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук, ул. Дусти, пос. Шарора, 735022, Республика Таджикистан
тел.: (+992) 935-12-91-90
<https://orcid.org/0000-0002-6253-4003>
e-mail: dat.tj@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:**Rahmon Fatkhullo Saidzoda,**

Candidate of Agricultural Sciences, Director
Institute of Farming of the Tajik Academy of Agricultural Sciences, street Dusti, village Sharora, 735022, Republic of Tajikistan
tel.: (+992) 555-55-92-79
<https://orcid.org/0000-0008-6863-8073>
e-mail: saidzod-rahmon65@mail.ru

Saidjamol Tojidin Saidzoda,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Tajik Academy of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Department of Selection and Technology of Medium-fiber Cotton
Institute of Farming of the Tajik Academy of Agricultural Sciences, street Dusti, village Sharora, 735022, Republic of Tajikistan
tel.: (+992) 907-12-91-90
<https://orcid.org/0000-0022-8553-4008>
e-mail: saidov_6363@mail.ru

Tajidin Tavar Pirzoda,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher, Laboratory of Year-Round Use of Irrigated Lands
Institute of Farming, Tajik Academy of Agricultural Sciences, street Dusti, village Sharora, 735022, Republic of Tajikistan
tel.: (+992) 907-12-04-00
<https://orcid.org/0000-0002-6753-4558>
e-mail: saidov_6363@mail.ru

Asliddin Tozhidinovich Sadikov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Department of Selection and Technology of Medium-fiber Cotton
Institute of Farming, Tajik Academy of Agricultural Sciences, street Dusti, village Sharora, 735022, Republic of Tajikistan
tel.: (+992) 935-12-91-90
<https://orcid.org/0000-0002-6253-4003>
e-mail: dat.tj@mail.ru

Е.И. Некрасов, ✉
 Д.М. Марченко,
 М.М. Иванисов

Аграрный научный центр «Донской»,
 Зерноград, Ростовская область,
 Российская Федерация

✉ 89585748977@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 11.04.2022

Одобрена после рецензирования:
 01.08.2022

Принята к публикации:
 16.08.2022

Evgeny I. Nekrasov, ✉
 Dmitry M. Marchenko,
 Mikhail M. Ivanisov

Agricultural Research Center “Donskoy”,
 Zernograd, Rostov region, Russian Federation

✉ 89585748977@yandex.ru

Received by the editorial office:
 11.04.2022

Accepted in revised:
 01.08.2022

Accepted for publication:
 16.08.2022

Изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской» по признаку «масса 1000 зерен»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Масса 1000 зерен является составляющей урожайности, она зависит от многих компонентов, которые оказывают свое воздействие в предшествующие наливу зерна фазы онтогенеза. Анализ статистических параметров взаимосвязи массы 1000 зерен и условий среды, изучение адаптивных свойств генотипов дают возможность наиболее упорядоченно осуществлять подбор исходного материала при создании высокоурожайных сортов пшеницы.

Методы. Объектами изучения послужили 14 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Работу проводили в 2018–2021 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, предшественник — подсолнечник, в качестве стандарта использовали сорт Дон 107.

Результаты. В ходе проведения исследований было установлено, что высокой реакцией на изменения условий среды характеризовались сорта Краса Дона, Капризуля, Ермак, Полина, Аюта и Премьера ($b_i = 1,12-1,30$); к сортам, сочетающим высокую пластичность с высокой стабильностью, относились Капризуля ($b_i = 1,13$ и $S^2d = 0,02$) и Краса Дона ($b_i = 1,12$ и $S^2d = 0,04$); высокими значениями гомеостатичности ($Hom = 27,68-38,13$) и самыми низкими коэффициентами вариации ($Cv = 10,57-12,78\%$) характеризовались сорта Золотой колос, Жаворонок, Подарок Крыму и Дон 107; сорта Золотой колос, Жаворонок и Подарок Крыму обладали высокой селекционной ценностью ($Sc = 31,44-33,30$) и стрессоустойчивостью (от $-10,20$ до $-11,70$); наиболее генетически гибкими были сорта Жаворонок, Аюта и Премьера ($43,9-44,3$).

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, масса 1000 зерен, условия выращивания, адаптивность, экологическая пластичность, стабильность, гомеостатичность

Для цитирования: Некрасов Е.И., Марченко Д.М., Иванисов М.М. Изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской» по признаку «масса 1000 зерен». <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-142-145>

© Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Иванисов М. М.

The study of adaptive potential of the winter common wheat varieties developed by the Agricultural Research Center “Donskoy” according to the trait 1000-grain weight

ABSTRACT

Introduction. 1000-grain weight is an essential element of a yield, which depends on many components that have their effect in the previous phases of ontogenesis. The analysis of the statistical parameters of correlation between 1000-grain weight and environmental conditions, the study of the adaptive properties of genotypes make it possible to select the initial material in the most orderly manner when developing highly productive wheat varieties.

Methods. The objects of the study were 14 winter bread wheat varieties developed by the FSBSI “ARC “Donskoy”. The work was carried out in 2018–2021 on the fields of the department of winter wheat breeding and seed production, the forecrop was sunflower, the variety Don 107 was used as a standard.

Results. In the course of the current study, there has been found that the varieties Krasa Dona, Kaprizulya, Ermak, Polina, Ayuta and Premiera were characterized by a high response to environmental changes ($b_i = 1,12-1,30$). The varieties possessing high adaptability and high stability included Kaprizulya ($b_i = 1,13$ and $S^2d = 0,02$) and Krasa Dona ($b_i = 1,12$ and $S^2d = 0,04$). The varieties Zolotoy Kolos, Zhavoronok, Podarok Krymu and Don 107 had highest homeostatic values ($Hom = 27,68-38,13$) and lowest coefficients of variation ($Cv = 10,57-12,78\%$). The varieties Zolotoy Kolos, Zhavoronok and Podarok Krymu had high breeding value ($Sc = 31,44-33,30$) and stress resistance (from $-10,20$ to $-11,70$). The most genetically flexible varieties were Zhavoronok, Ayuta and Premiera ($43,85-44,30$).

Key words: winter common wheat, variety, 1000-grain weight, growing conditions, ecological adaptability, stability, homeostaticity

For citation: Nekrasov E.I., Marchenko D.M., Ivanisov M.M. The study of adaptive potential of the winter common wheat varieties developed by the Agricultural Research Center «Donskoy» according to the trait 1000-grain weight <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-142-145>

© Nekrasov E.I., Marchenko D.M., Ivanisov M.M.

Введение/Introduction

Пшеница — одна из старейших зерновых продовольственных культур, она является основным источником пищевого белка во всем мире. Зерновые культуры наиболее подвержены влиянию глобального потепления, так как непредсказуемые колебания температуры во время цветения и налива зерна препятствуют формированию и повышению продуктивности. Изучение взаимодействия «генотип×окружающая среда», при котором сравнительные характеристики различных сортов будут варьироваться в зависимости от воздействия окружающей среды, остается важной задачей для селекционеров [1–3].

Признак «масса 1000 зерен» используется как один из параметров оценки качества зерна. Кроме того, чем больше масса зерновки наряду с ее выполненностью, тем лучше мукомольные свойства сорта.

Масса 1000 зерен является составляющей урожайности зерна; она зависит от многих компонентов, которые оказывают свое влияние в предшествующие наливу зерна фазы онтогенеза [4–6].

Известно, что на формирование этого признака могут повлиять агротехнические показатели, такие как время и сроки посева, минеральные удобрения, а также агроэкологические условия выращивания [7].

Анализ статистических параметров взаимосвязи массы 1000 зерен и условий среды, изучение адаптивных свойств генотипов дают возможность наиболее упорядоченно осуществлять подбор исходного материала при создании высокоурожайных сортов пшеницы.

Целью данного исследования являлось изучение адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен» и выделение наиболее ценных образцов для селекционной работы.

Материалы и методы / Materials and methods

Объектом изучения послужили 14 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской»». Работу проводили в 2018–2021 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, предшественник — подсолнечник, в качестве стандарта высевали сорт Дон 107.

Климат Ростовской области характеризуется как резко континентальный. Среднегодовое количество осадков — 588,8 мм, среднегодовая температура воздуха — +9,7 °С.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, мощный, с высокой карбонатностью — от 2,5 до 4,0% CaCO₃ в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см). Содержание гумуса — 3,6–4,0%; подвижного фосфора — 20–23 мг/кг; обменного калия — 300–380 мг/кг почвы.

Во время проведения опыта метеорологические условия были различными. В 2018 и 2020 гг. количество атмосферных осадков в период вегетации было значи-

тельно ниже среднееголетней нормы (на 135,2 мм и 125,1 мм соответственно), температура воздуха превышала среднееголетние значения на 2,1 °С и на 1,6 °С. В 2019 и 2021 гг. также зафиксирован недостаток осадков, но в меньших количествах (на 64,7 мм и 19,6 мм соответственно), отмечено превышение на 1,8 °С и 2,0 °С среднесуточной температуры воздуха к среднееголетней норме.

Определение массы 1000 зерен выполняли по методике государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Оценку экологической пластичности и стабильности проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина [8], гомеостатичности — по методике В.В. Хангильдина и Н.А. Литвиненко [9].

Математическую обработку данных выполняли по методике Б.А. Доспехова [10].

Результаты и обсуждение/Results and discussion

В формировании массы 1000 зерен фактор «год» оказал наибольшее влияние — 82,92%, что позволяет говорить о преобладающей доле средовых эффектов по годам изучения и о существенности их воздействия на фенотипическую изменчивость данного признака. Намного меньше оценивалась роль сорта как отдельного фактора, она составила всего 9,89%. Вклад в итоговый показатель совместного действия обоих факторов составил 7,19% (табл. 1).

Масса 1000 зерен озимой мягкой пшеницы сильно изменялась в зависимости от условий выращивания и особенностей сортов. В среднем по опыту изучаемый признак варьировал от 39,0 г до 45,4 г (Полина и Аюта соответственно) (табл. 2).

Наибольшая масса 1000 зерен за годы изучения отмечена у сортов Лидия (43,1 г), Жаворонок (43,4 г), Премьера (44,7 г) и Аюта (45,4 г).

Для описания особенностей выращивания использован индекс условий среды, который может характеризоваться положительным и отрицательным значением. Было установлено, что для формирования массы 1000 зерен у сортов озимой мягкой пшеницы наиболее благоприятно сложились условия в 2018 ($I_j = +6,77$) и 2019 гг. ($I_j = +2,35$), худшими оказались 2020 ($I_j = -7,13$) и 2021 гг. ($I_j = -1,98$).

При изучении экологической пластичности сортов важное значение приобретает оценка их способности стабильно формировать высокую массу 1000 зерен под воздействием различных погодных и агротехнических условий. Для расчета экологической пластичности применяется коэффициент линейной регрессии (b_i), который в наших исследованиях изменялся в пределах от 0,72 до 1,30.

По самой высокой реакции на изменения условий выращивания ($b_i > 1$) выделены сорта Краса Дона ($b_i = 1,12$), Капризуля ($b_i = 1,13$), Ермак ($b_i = 1,15$), По-

Таблица 1. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа массы 1000 зерен озимой пшеницы

Table 1. Results of the two-way analysis of variance (ANOVA) of 1000-grain weight of winter wheat

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	F _{факт.}	F _{таб.}	Вклад фактора, %
Фактор А (сорт)	293,95	13,00	22,61	120,68*	1,9	9,89
Фактор В (год)	3181,90	3,00	1060,63	5660,85*	2,8	82,92
Взаимодействие А × В	276,18	39,00	7,08	37,80*	1,7	7,19

Примечание: F_{факт.} — фактическое значение отношения Фишера, F_{таб.} — табличное значение отношения Фишера, * — достоверно на уровне вероятности 95%.

Таблица 2. Параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.

Table 2. Adaptability parameters of the winter commonwheat varieties, 2018–2021

Сорт	Средняя масса 1000 зерен, г	bi	S2d	Cv, %	Ном	Sc	(Ymin – Ymax)	(Ymax + Ymin)/2
Дон 107, стандарт	40,2	0,80	2,39	12,19	27,68	29,88	-11,90	40,55
Ермак	42,7	1,15	6,28	16,77	15,61	28,43	-16,30	40,75
Изиюминка	40,6	0,94	0,87	13,93	21,43	28,85	-13,60	40,20
Лидия	43,1	0,94	19,54	15,47	20,18	31,14	-13,80	42,90
Капризуля	39,7	1,13	0,02	15,44	17,86	27,46	-14,40	39,50
Лилит	41,3	0,91	5,52	13,92	25,13	31,17	-11,80	42,30
Краса Дона	40,0	1,12	0,04	16,27	16,10	27,75	-15,60	40,80
Вольный Дон	40,8	0,93	4,75	14,24	20,46	28,60	-14,00	39,90
Жаворонок	43,5	0,89	3,66	12,78	29,49	33,30	-11,50	43,85
Полина	39,1	1,19	0,72	18,22	12,68	24,98	-16,90	38,45
Подарок Крыму	41,8	0,85	0,13	12,18	29,31	31,44	-11,70	41,45
Премьера	44,8	1,30	1,07	17,35	13,86	29,20	-18,60	44,30
Золотой колос	41,1	0,72	0,60	10,57	38,13	32,10	-10,20	41,50
Аюта	45,4	1,22	2,85	16,31	16,17	30,52	-17,20	44,00

Примечание: bi — коэффициент линейной регрессии; S2d — среднее квадратическое отклонение; Cv, % — коэффициент вариации; Ном — показатель гомеостатичности; Sc — показатель селекционной ценности; (Ymin – Ymax) — показатель стрессоустойчивости сорта; (Ymax + Ymin)/2 — показатель генетической гибкости.

лина (bi = 1,19), Аюта (bi = 1,22) и Премьера (bi = 1,30). Слабую отзывчивость на перемену условий культивирования (bi < 1) показало большинство изучаемых образцов (bi = 0,72–0,94).

Наиболее ценными считаются те генотипы, у которых bi больше 1, а S2d стремится к 0. К таким сортам, сочетающим и высокую пластичность, и высокую стабильность, относились Капризуля (bi = 1,13 и S2d = 0,02) и Краса Дона (bi = 1,12 и S2d = 0,04).

В проведенных исследованиях сорта Золотой колос (Ном = 38,13), Жаворонок (Ном = 29,49), Подарок Крыму (Ном = 29,31) и стандарт Дон 107 (Ном = 27,68) характеризовались не только наивысшими показателями гомеостатичности, но и самыми низкими коэффициентами вариации изучаемого признака (Cv = 10,57–12,78%). Полученные данные позволяют предположить, что при ухудшении условий выращивания масса 1000 зерен у данных образцов снизится минимально.

Для оценки стабильности сорта еще одним важным параметром является селекционная ценность генотипа (Sc). Сорта Подарок Крыму, Золотой колос и Жаворонок отличались высокой селекционной ценностью (Sc = 31,44; 32,10 и 33,30 соответственно), что указывает на возможность формирования устойчиво стабильной массы 1000 зерен. Эти же образцы характеризовались наиболее высокими значениями стрессоустойчивости: min — max у сорта Золотой колос = –10,20; у сорта Жаворонок = –11,50; у сорта Подарок Крыму = –11,70.

Генетическая гибкость ((Ymax + Ymin)/2) отражает среднюю массу 1000 зерен сорта в контрастных (благо-

приятных и неблагоприятных) условиях за годы изучения. Самые высокие значения зафиксированы у сортов Жаворонок (43,9), Аюта (44,0) и Премьера (44,3).

Изучение параметров экологической адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы позволит в максимальной степени использовать почвенно-климатический потенциал региона, в котором они возделываются, что будет способствовать увеличению урожайности этой культуры и ее стабильности.

Выводы/Conclusion

В результате исследований было установлено, что высокой реакцией на изменения условий среды характеризовались сорта Краса Дона (bi = 1,12) Капризуля (bi = 1,13), Ермак (bi = 1,15), Полина (bi = 1,19), Аюта (bi = 1,22) и Премьера (bi = 1,30). Установлено, что к сортам, сочетающим высокую пластичность с высокой стабильностью, относились Капризуля (bi = 1,13 и S2d = 0,02) и Краса Дона (bi = 1,12 и S2d = 0,04).

Высокими значениями гомеостатичности (Ном = 27,68–38,13) и самыми низкими коэффициентами вариации (Cv = 10,57–12,78%) характеризовались сорта Золотой колос, Жаворонок, Подарок Крыму и Дон 107. Сорта Золотой колос, Жаворонок и Подарок Крыму обладали высокой селекционной ценностью (Sc = 31,44–33,30) и стрессоустойчивостью (от –10,20 до –11,90).

Самыми генетически гибкими были сорта Жаворонок, Аюта и Премьера (43,0–44,3).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гладышева О.В., Банникова М.И. Урожайность и оценки адаптивности раннеспелых и позднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья. *Аграрная наука*. 2021;344(1): 129-132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-129-132>.
2. Чешкова А.Ф., Степочкин П.И., Алейников А.Ф., Гребенникова И.Г., Пономаренко В.И. Сравнение статистических методов оценки стабильности урожайности озимой пшеницы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020;24(3): 267-275. DOI 10.18699/VJ20.619.
3. Kumar M., Yadav R., Gaikwad K.B. Deciphering the environmental impact on spike architectural traits for grain yield consolidation in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*. doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.007.
4. Некрасова О.А., Костылев П.И., Некрасов Е.И. Изучение типов наследования массы 1000 зерен у гибридов F1 мягкой озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2017;1(49): 20-23.
5. Костылев П.И., Некрасова О.А. Изучение типов наследования ряда признаков мягкой озимой пшеницы и ее комбинационной способности. *Зерновое хозяйство России*. 2015;(6): 10-15.
6. Громова С.Н., Скрипка О.В., Самофалов А.П., Подгорный С.В., Некрасова О.А., Чернова В.Л. Продуктивность и элементы структуры урожая сортов и линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в условиях «АНЦ «Донской». *Зерновое хозяйство России*. 2019;(3): 26-29. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-26-29.
7. Protić R., Todorović G., Protić N., et al. Effect of seed protection on the mass of 1,000 grains of three winter wheat genotypes, inoculated with *tilletia tritici*. *Romanian agricultural research*. 2013;(30): 343-348.
8. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005: 100 с.
9. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1981;№ 1: 8-14.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.

ОБ АВТОРАХ:

- Евгений Игоревич Некрасов**, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа Аграрный научный центр «Донской», 3; Научный городок Зерноград, Ростовская обл. 347740, Российская Федерация <http://orcid.org/0000-0002-9505-7899>;
- Дмитрий Михайлович Марченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа Аграрный научный центр «Донской», 3; Научный городок Зерноград, Ростовская обл. 347740, Российская Федерация <http://orcid.org/0000-0002-5251-3903>;
- Михаил Михайлович Иванисов**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, Аграрный научный центр «Донской», 3; Научный городок Зерноград, Ростовская обл. 347740, Российская Федерация <http://orcid.org/0000-0001-7395-0910>.

REFERENCES

1. Gladysheva O.V., Bannikova M.I. Productivity and adaptability assessment of early- and latematuring varieties of winter soft wheat in the central nonchernozem region. *Agrarian science*. 2021;344(1):129-132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-129-132> (In Russian.).
2. Cheshkova A.F., Stepochkin P.I., Aleynikov A.F., Grebennikova I.G., Ponomarenko V.I. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(3):267-275. DOI 10.18699/VJ20.619 (In Russian.).
3. Kumar M., Yadav R., Gaikwad K.B. Deciphering the environmental impact on spike architectural traits for grain yield consolidation in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*. doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.007.
4. Nekrasova O.A., Kostylev P.I., Nekrasov E.I. The study of inheritance types of 1000-grain weight in the F1 hybrids of winter bread wheat. *Grain Economy of Russia*. 2017;1(49): 20-23. (In Russian.).
5. Kostylev P.I., Nekrasova O.A. The study of the inheritance types of a number of traits of winter bread wheat and its combination ability. *Grain Economy of Russia*. 2015;(6): 10-15. (In Russian.).
6. Gromova S.N., Skripka O.V., Samofalov A.P., Podgorny S.V., Nekrasova O.A., Chernova V.L. Productivity and its structure elements of the winter soft wheat varieties and lines in the competitive variety-testing conducted by the ARC "Donskoy". *Grain Economy of Russia*. 2019;(3): 26-29. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-26-29. (In Russian.).
7. Protić R., Todorović G., Protić N., et al. Effect of seed protection on the mass of 1,000 grains of three winter wheat genotypes, inoculated with *tilletia tritici*. *Romanian agricultural research*. 2013;(30): 343-348.
8. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S. Methodology for calculating and estimating the parameters of ecological adaptability of agricultural plants. *Ufa: BashGAU*, 2005: 100 p. (In Russian.).
9. Khangildin V.V., Litvinenko N.A. Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties. WSGI Scientific and Technical Bulletin. 1981; No. 1: 8-14. (In Russian.).
10. Dospekhov B.A. Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results). 5th ed., add. Stereotype. Publ. M.: Alliance, 2014. 351 p. (In Russian.).

ABOUT THE AUTHORS:

- Evgeny Igorevich Nekrasov, C** andidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type Agricultural Research Center "Donskoy", 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation <http://orcid.org/0000-0002-9505-7899>;
- Dmitry Mikhailovich Marchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type Agricultural Research Center "Donskoy", 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation <http://orcid.org/0000-0002-5251-3903>;
- Mikhail Mikhailovich Ivanisov**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, Agricultural Research Center "Donskoy", 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation <http://orcid.org/0000-0001-7395-0910>.

УДК 633.111.1.321:631.524.7

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151

Н.С. Кравченко, ✉
 Д.М. Марченко,
 Н.Г. Игнатьева,
 М.М. Копусь,
 К.А. Мирошников

Аграрный научный центр «Донской»,
 Зерноград, Российская Федерация

✉ ninakravchenko78@mail.ru

Поступила в редакцию:
 16.03.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.08.2022

Принята к публикации:
 22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151

Nina S. Kravchenko, ✉
 Dmitry M. Marchenko,
 Nataliya G. Ignatieva,
 Mikhail M. Kopus,
 Kirill A. Miroshnikov

Agricultural Research Center "Donskoy",
 Zernograd, Russian Federation

✉ ninakravchenko78@mail.ru

Received by the editorial office:
 16.03.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 22.08.2022

Технологические свойства сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Пшеница — основная используемая на кормовые и пищевые цели зерновая культура в большинстве стран мира. Мука является основным продуктом переработки зерна пшеницы, к которому предъявляется ряд требований по качеству и безопасности в зависимости от использования. Цель работы — выявить сортовые особенности и влияние предшественника на формирование технологических свойств зерна и муки сортов озимой мягкой пшеницы, выделить лучшие по изучаемым свойствам.

Методы. Устанавливали технологические свойства 17 сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) селекции Аграрного научного центра «Донской», 10 из них включены в Государственный реестр селекционных достижений, 7 — находятся на изучении. Показатели, составляющие технологические, мукомольные, биохимические и физические признаки зерна, определяли в соответствии с ГОСТами.

Результаты. Определено, что сорта за весь период формировали высокую натуру зерна и соответствовали первому классу качества по двум изучаемым предшественникам. В результате проведенных исследований установлено, что выбор предшественника влияет на содержание белка в зерне и в муке. Выделены сорта Жаворонок, Подарок Крыму, Золотой Колос, Аюта и Премьера, у которых установлены высокие мукомольные свойства по технологической эффективности помола (E) по двум изучаемым предшественникам. Высокими значениями мукомольной оценки (MS) характеризовались сорта Жаворонок, Подарок Крыму и Премьера.

Ключевые слова: белок, клейковина, зольность, озимая пшеница, качество муки, условия выращивания, мукомольные свойства

Для цитирования: Кравченко Н.С., Марченко Д.М., Игнатьева Н.Г., Копусь М.М., Мирошников К.А. Технологические свойства сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151>

© Кравченко Н. С., Марченко Д.М., Игнатьева Н. Г., Копусь М. М., Мирошников К. А.

Technological properties of winter common wheat varieties depending on the forecrops

ABSTRACT

Introduction. Wheat is the main grain crop which is used for fodder and food purposes in most countries of the world. Flour is the main product of wheat processing, it is subject to a number of quality and safety requirements depending on the use. The purpose of the current work was to identify varietal traits and the effect of the forecrops on the formation of technological properties of grain and flour of winter common wheat varieties, then to select the best of them according to the studied properties.

Methods. There were estimated the technological properties of 17 winter common wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) developed by the Agricultural Research Center "Donskoy", 10 of them were included in the State List of Breeding Achievements, 7 of them are currently being studied. The indicators of the technological, flour-milling, biochemical and physical traits of grain were assessed in accordance with the GOSTs.

Results. There has been established that for the entire period the varieties formed a large nature grain weight and corresponded to the first quality class according to the two studied forecrops. As a result of the conducted study there was found out that the choice of a forecrop affected protein percentage in grain and flour. There has been identified varieties 'Zhavoronok', 'Podarok Krymu', 'Zolotoy Kolos', 'Ayuta' and 'Premiera' had high flour properties according to the technological efficiency of milling (E) after both of the studied forecrops. The varieties 'Zhavoronok', 'Podarok Krymu' and 'Premiera' were characterized by high values of flour-milling estimation (MS).

Key words: protein, gluten, ash content, winter wheat, flour quality, growing conditions, milling properties

For citation: Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Ignatieva N.G., Kopus M.M., Miroshnikov K.A. Technological properties of winter common wheat varieties depending on the forecrops. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-146-151> (In Russian).

© Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Ignatieva N.G., Kopus M.M., Miroshnikov K.A.

Введение/Introduction

Пшеница является основной продовольственной культурой, составляющей значительную часть рациона большей части населения Земли. Пшеничная мука и продукты питания из нее известны высокой пищевой ценностью, лечебными и профилактическими свойствами [1, 2].

Пшеничный хлеб — одно из величайших изобретений человечества. Поэтому исследования по улучшению качества урожая и стабилизации валового сбора зерна пшеницы всегда вызывали большой интерес у агрономов и специалистов [3].

На формирование помола зерна пшеницы значительное влияние оказывают ее генетические особенности и условия выращивания, которые влияют на изменение первичных свойств зерна, формируя тем самым так называемый фенотип. Термин «условия произрастания» относится к агрометеорологическим факторам, применению удобрений и технологических элементов селекции растений.

За последние годы, по данным Российского союза мукомольных и крупяных предприятий, наблюдается снижение производства хлебопекарной пшеницы 1-го, 2-го и даже 3-го класса [4]. Одной из причин являются погодноклиматические условия возделывания пшеницы [5]. Для уменьшения этой зависимости необходимо соблюдать агротехнологические приемы возделывания, одним из которых является подбор предшественника. При соблюдении технологии возделывания можно получить высокую урожайность и качественное зерно этой культуры [6].

При установлении доли влияния генотипа и предшественника на качество зерна ученые пришли к выводу, что влияние генетических особенностей сортов следует рассматривать в совокупности с влиянием предшественника. Их опыт свидетельствует, что на показатели качества зерна пшеницы влияние предшественника и генотипа неоднозначно, при снижении генотипической изменчивости возрастает доля влияния предшественника, и наоборот [7].

В своей работе Шаймерденова Д.А. говорит о недостаточности исследований по выявлению влияния сортовых особенностей зерна на показатели технологического потенциала [8].

Целью работы было выявить сортовые особенности и влияние предшественника на формирование технологических свойств зерна и муки сортов озимой мягкой пшеницы, выделить лучшие по изучаемым свойствам.

Материалы и методы / Materials and methods

Полевые эксперименты были проведены в 2018–2021 гг. в Аграрном научном центре «Донской». Сорта озимой мягкой пшеницы полунтенсивного типа высевались по предшественникам кукуруза на зерно и горох. Учетная площадь деланки — 10 м², повторность — четырехкратная.

Изучали технологические свойства 17 сортов озимой мягкой пше-

ницы (*Triticum aestivum* L.) селекции Аграрного научного центра «Донской», 10 из них включены в Государственный реестр селекционных достижений, 7 — находятся на изучении.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, мощный, с высокой карбонатностью (от 2,5 до 4,0% CaCO₃). Содержание гумуса — 3,6–4,0%; подвижного фосфора — 20–23 мг/кг; обменного калия — 300–380 мг/кг почвы.

Характерная черта климата данной зоны — полузасушливое жаркое лето и умеренно мягкая зима. За период вегетации растений сумма положительных температур составляет в среднем 3450 °С, среднегодовая температура воздуха составляет +9,7 °С; а среднемноголетнее количество осадков — 588,8 мм.

Количество белка в зерне и муке определяли по методу Кьельдаля, ГОСТ 10846-91. Натуну зерна определяли в соответствии с ГОСТ 10840-2017. Массовую долю золы в муке устанавливали в соответствии с ГОСТ 27494-2016, в зерне — по ГОСТ Р 51411-99 (ИСО 2171-93).

Технологическую эффективность помола (*E*) определяли по формуле (1):

$$E = V \cdot (Z_0 - Z_1) / Z_0, \quad (1)$$

где Z_0 — зольность зерна, %; Z_1 — зольность муки, %; V — общий выход муки, %.

Мукомольную оценку *MS* (milling score) определяли по формуле (2):

$$MS = 100 - ((N - 60) + (82 - V) + 100 \cdot (Z_0 - Z_1 / 3,9) + 10 \cdot ((P_0 - 1) - P_1), \quad (2)$$

где N — натура зерна, кг/г; V — общий выход муки, %; Z_0 — зольность зерна, %; Z_1 — зольность муки, %; P_0 — массовая доля белка в зерне, %; P_1 — массовая доля белка в муке, %.

Таблица 1. **Натурная масса зерна сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.**
Table 1. **Nature grain weight of the winter common wheat varieties, 2018–2021**

Сорт	Натура зерна, г/л	
	предшественник — кукуруза на зерно	предшественник — горох
Дон 107	816	804
Лидия	790	771
Капризуля	797	778
Лилит	814	808
Краса Дона	790	782
Вольница	782	768
Вольный Дон	806	788
Жаворонок	801	784
Нива Дона	789	790
Амбар	797	791
Подарок Крыму	796	784
Золотой Колос	796	784
Аюта	777	754
Премьера	795	757
Регион 161	815	785
Донец	799	752
Полина	795	761
НСР ₀₅	5,2	6,1

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Натурная масса, или вес, пшеницы является важным признаком при установлении класса качества, он характеризует крупность и наполненность зерна. Используется при оценке зерна не только в нашей стране, но и в других странах, применяется на международном рынке для определения цены зерна. Натура и крупность зерна во многом зависят от сорта. На формирование этого признака в значительной мере влияют погодно-климатические условия вегетации и технология возделывания культуры.

За изучаемый период натурная масса зерна по предшественнику кукуруза на зерно варьировала от 777 г/л (Аюта) до 816 г/л (Дон 107). По предшественнику горох значения этого признака изменялось от 752 г/л (Донец) до 808 г/л (Лилит). Изучаемые сорта формировали натуру зерна, соответствующую требованиям ГОСТ 9353-2016, предъявляемым к первому классу качества (не менее 750 г/л) по изучаемым предшественникам (таблица 1).

Сорта Дон 107 и Лилит характеризовались максимальными значениями натуры зерна по изучаемым предшественникам.

По предшественнику кукуруза на зерно в среднем за годы исследований количество белка варьировало от 12,4% (Регион) до 13,6% (Золотой колос). По предшественнику горох сложились наиболее благоприятные условия для накопления белка в зерне. Значения данного признака варьировали от 14,3% (Лилит) до 16,0% (Аюта) (таблица 2).

По предшественнику горох изучаемые сорта формировали количество белка в зерне на уровне требований, предъявляемых к сильным пшеницам или к 1-му классу качества (не менее 14,5%), кроме сортов Капризуля, Лилит и Нива Дона.

По предшественнику кукуруза на зерно содержание белка в муке изменялось от 10,7% (Лилит) до 13,2% (Амбар). По предшественнику горох варьирование отмечено от 11,5% (Вольный Дон) до 13,3% (Донец).

Среди сортов озимой пшеницы, выращенные по предшественнику кукуруза на зерно, Амбар и Золотой Колос характеризовались максимальным содержанием белка в муке — 13,2% и 13,1% соответственно. По предшественнику горох максимальные значения признака отмечены у сортов Золотой Колос (13,0%) и Донец (13,3%). Сорт Зо-

Таблица 2. Содержание белка в зерне и в муке сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.

Table 2. Protein percentage in grain and flour of the winter common wheat varieties, 2018–2021

Сорт	Массовая доля белка в зерне, % (P ₀)		Массовая доля белка в муке, % (P ₁)	
	кукуруза на зерно	горох	кукуруза на зерно	горох
Дон 107, стандарт	13,2	14,5	11,3	12,1
Лидия	13,3	14,6	11,6	12,3
Капризуля	12,6	14,4	11,1	12,1
Лилит	12,5	14,3	10,7	12,4
Краса Дона	12,9	14,5	11,7	12,4
Вольница	13,1	15,4	12,4	12,6
Вольный Дон	13,1	14,7	11,8	11,5
Жаворонок	13,0	14,7	12,0	12,5
Нива Дона	13,1	14,4	12,1	12,3
Амбар	13,2	15,0	13,2	12,1
Подарок Крыму	13,5	15,5	12,5	12,2
Золотой Колос	13,6	15,8	13,1	13,0
Аюта	12,8	16,0	11,3	12,4
Премьера	12,7	14,6	11,3	11,7
Регион 161	12,4	14,6	11,4	12,2
Донец	13,5	14,7	11,7	13,3
Полина	12,9	15,2	12,1	12,8
НСР ₀₅	0,14	0,12	0,09	0,11

Таблица 3. Общий выход муки сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.

Table 3. Total flour yield of the winter common wheat varieties, 2018–2021

Сорт	Общий выход муки, % (V)	
	предшественник — кукуруза на зерно	предшественник — горох
Дон 107, стандарт	69,9	71,5
Лидия	72,0	73,2
Капризуля	71,7	72,1
Лилит	71,3	71,7
Краса Дона	70,3	72,0
Вольница	70,9	72,1
Вольный Дон	70,6	72,1
Жаворонок	71,8	73,1
Нива Дона	71,0	71,6
Амбар	69,8	70,5
Подарок Крыму	72,0	71,6
Золотой Колос	70,7	71,7
Аюта	71,2	70,7
Премьера	70,1	69,8
Регион 161	70,0	70,6
Донец	71,0	71,0
Полина	70,9	72,5
НСР ₀₅	1,02	0,92

Таблица 4. Зольность зерна и муки сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.
Table 4. Ash content in grain and flour of the winter common wheat varieties, 2018–2021

Сорт	Зольность зерна, % (Z_0)		Зольность муки, % (Z_1)	
	кукуруза на зерно	горох	кукуруза на зерно	горох
Дон 107	2,13	1,57	0,65	0,55
Лидия	1,69	1,60	0,56	0,55
Капризуля	1,91	1,80	0,47	0,67
Лилит	1,80	1,38	0,48	0,56
Краса Дона	1,57	1,35	0,34	0,67
Вольница	1,80	1,57	0,56	0,56
Вольный Дон	1,69	1,46	0,56	0,45
Жаворонок	1,69	1,80	0,45	0,45
Нива Дона	1,57	1,69	0,67	0,54
Амбар	1,80	1,91	0,56	0,22
Подарок Крыму	1,80	1,46	0,45	0,22
Золотой Колос	2,13	1,57	0,34	0,34
Аюта	1,91	1,57	0,56	0,34
Премьера	1,91	1,69	0,45	0,34
Регион 161	1,69	1,69	0,49	0,54
Донец	1,86	1,69	0,65	0,67
Полина	1,87	1,33	0,79	0,34
НСР ₀₅	0,02	0,03	0,01	0,02

Таблица 5. Технологическая эффективность помола (E) сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.
Table 5. Technological efficiency of milling (E) of the winter common wheat varieties, 2018–2021

Сорт	Технологическая эффективность помола (E), %	
	кукуруза на зерно	горох
Дон 107	48,6	46,4
Лидия	48,1	45,1
Капризуля	54,1	45,3
Лилит	52,3	42,0
Краса Дона	55,1	36,3
Вольница	48,8	46,4
Вольный Дон	47,2	49,8
Жаворонок	52,7	54,8
Нива Дона	40,7	48,7
Амбар	48,1	62,4
Подарок Крыму	54,0	60,8
Золотой Колос	59,4	56,2
Аюта	50,3	55,4
Премьера	53,6	55,7
Регион 161	49,7	48,0
Донец	46,2	42,9
Полина	40,9	54,2

лотой Колос выделился по массовой доле белка в муке по двум изучаемым предшественникам.

Качество, общий выход муки и продуктов помола изменятся в зависимости от индивидуальных особенностей сорта, физических свойств и химического состава зерна [9, 10].

Несмотря на то, что за годы исследований сортов озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно были получены высокие показатели натуре, более высокий выход муки наблюдался у сортов, выращенных по предшественнику горох.

Значения общего выхода муки из зерна сортов, выращенных по предшественнику кукуруза на зерно, изменялась от 69,8% (Амбар) до 72,0% (Лидия и Подарок Крыму) (табл. 3).

По предшественнику горох наблюдался более высокий выход муки, значения варьировали от 69,8% (Премьера) до 73,2% (Лидия). Максимальный выход муки (>72%) отмечен у сортов Лидия (73,2%), Жаворонок (73,1%), Полина (72,5%), Вольница (72,1%), Вольный Дон (72,1%), Краса Дона (72,0%) и Капризуля (72,1%).

В данном исследовании определяли зольность зерна — параметр, который применяется при расчете технологической эффективности помола и мукомольного показателя.

По предшественнику кукуруза на зерно зольность зерна варьировала от 1,57% (Краса Дона и Нива Дона) до 2,13% (Дон 107 и Золотой Колос) (табл. 4).

По предшественнику горох изменчивость зольности зерна отмечена от 1,33% (Полина) до 1,91% (Амбар).

Еще одним из важных признаков качества муки является ее зольность. В большинстве стран мира норма нормируется стандартами и служит показателем мукомольных свойств зерна. К муке высшего сорта предъявляются требования по зольности — 0,55%, к 1-му сорту — 0,75% и к 2-му сорту — 1,25% (ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия).

По предшественнику кукуруза на зерно зольность муки варьировала от 0,34% (Краса Дона и Золотой Колос) до 0,79% (Полина). Согласно выраженности этого показателя, мука из сортов Капризуля (0,47%), Лилит (0,48%), Краса Дона (0,34%), Жаворонок (0,45%), Подарок Крыму (0,45%), Золотой Колос (0,34%), Премьера (0,45%) и Регион 161

(0,49%) соответствовала требованиям, предъявляемым к муке высшего сорта.

По предшественнику горох мука из сортов Дон 107 (0,55%), Лидия (0,55%), Вольный Дон (0,45%), Жаворонок (0,45%), Нива Дона (0,54%), Амбар (0,22%), Подарок Крыму (0,22%), Золотой Колос (0,34%), Аюта (0,34%), Премьера (0,34%), Регион 161 (0,54%) и Полина (0,34%) соответствовала высшему сорту.

Выделены сорта, из зерна которых по двум изучаемым предшественникам получена мука высшего сорта по признаку зольности муки: Жаворонок, Подарок Крыму, Золотой Колос, Премьера и Регион 161.

Помольные свойства новых сортов озимой пшеницы в селекционном процессе не учитываются и изучены мало. Однако для полноценной оценки сортов по технологическим характеристикам зерна, на наш взгляд, рекомендуется использовать показатели «технологическая эффективность помола» (*E*) и «мукомольная оценка» (*milling score*, *MS*).

Расчет технологической эффективности помола (*E*) и мукомольной оценки (*MS*) позволяет комплексно оценить мукомольные свойства зерна сортов пшеницы, выявить сортовые различия по данному показателю. При расчете (*E*) учитываются выход муки (*V*, %), относительное снижение зольности измельченных продуктов по сравнению с зольностью поступающего зерна. Данный показатель применяется для сортового помола и для отдельных этапов измельчающих систем [11].

Сорта озимой мягкой пшеницы по-разному реализовали свой потенциал по технологической эффективности помола (*E*) и мукомольной оценке (*MS*). По технологической эффективности помола выделены сорта: Золотой Колос (59,4%), Краса Дона (55,1%), Капризуля (54,1%), Подарок Крыму (54,0%), Премьера (53,6%), Жаворонок (52,7%), Лилит (52,3%) и Аюта (50,3%), которые характеризовались максимальными значениями показателя по предшественнику кукуруза на зерно (табл. 5).

По предшественнику горох максимальные значения *E* отмечены у сортов: Амбар (62,4%), Жаворонок (54,8%), Подарок Крыму (60,8%), Золотой Колос (56,2%), Аюта (55,4%), Премьера (55,7%) и Полина (54,2%). Особенно стоит выделить сорта: Жаворонок, Подарок Крыму, Золотой Колос, Аюта и Премьера, у которых выявлены высокие мукомольные свойства по технологической

Таблица 6. Мукомольная оценка (*MS*) сортов озимой мягкой пшеницы, 2018–2021 гг.
Table 6. Flour-milling estimation (*MS*) of the winter commonwheat varieties, 2018–2021

Сорт	Мукомольная оценка (<i>MS</i>), %	
	кукуруза на зерно	горох
Дон 107	50,0	51,9
Лидия	51,4	44,4
Капризуля	67,1	45,2
Лилит	58,2	37,2
Краса Дона	73,6	37,3
Вольница	63,9	52,5
Вольный Дон	52,3	46,5
Жаворонок	68,0	69,0
Нива Дона	43,5	54,2
Амбар	59,0	80,5
Подарок Крыму	72,2	73,0
Золотой Колос	89,3	59,2
Аюта	56,6	60,4
Премьера	68,6	66,8
Регион 161	60,8	46,6
Донец	53,8	46,1
Полина	40,3	60,8

эффективности помола по двум изучаемым предшественникам.

По мукомольной оценке (*MS*) сорта Капризуля, Краса Дона, Жаворонок, Подарок Крыму, Золотой Колос и Премьера выделены максимальной выраженностью показателя по предшественнику кукуруза на зерно. По предшественнику горох выделены сорта Жаворонок (69,0%), Амбар (80,5%), Подарок Крыму (73,0%) и Премьера (66,8%) (таблица 6).

По двум предшественникам высокими значениями мукомольной оценки характеризовались сорта Жаворонок, Подарок Крыму и Премьера.

Выводы/Conclusion

В результате проведенных исследований установлено, что выбор предшественника влияет на содержание белка в зерне и в муке. Выделены сорта Жаворонок, Подарок Крыму, Золотой Колос, Аюта и Премьера, у которых установлены высокие мукомольные свойства по технологической эффективности помола (*E*) по двум изучаемым предшественникам.

Установлено, что высокими значениями мукомольной оценки (*MS*) по двум изучаемым предшественникам характеризовались сорта: Жаворонок, Подарок Крыму и Премьера по двум изучаемым предшественникам.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Grundas, S., Wrigley, C. W. Ultrastructure of the Wheat Grain, Flour, and Dough. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition) VOLUME 3, 2018, Pages 384-395.
2. Kumar, P., Yadava, R., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R., and Yadav, S., Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. LifeSciences and Medicine Research, 2011. Pp. 1–10.
3. Podgorny, S., Skripka, O., Samofalov, A., Gromova, S., Chernova, V. Razdolye — A new mid-late variety of soft winter wheat. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 937(2), 022120. ISSN 17551307. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022120
4. Хлесткина Е. К., Пшеничникова Т. А., Усенко Н. И., Отмахова Ю. С. Перспективные возможности использования молекулярно-генетических подходов для управления технологическими свойствами зерна пшеницы в контексте цепочки «зерно–мука–хлеб». Вавилонский журнал генетики и селекции. 2016;20(4):511-527. DOI 10.18699/VJ15.140.
5. Malla G. Climate Change and Its Impact on Nepalese Agriculture. Journal of Agriculture and Environment, 2009. 9, Pp. 62–71. <https://doi.org/10.3126/aej.v9i0.2119>.
6. Калабина Т. С., Елисеев С. Л., Яркова Н. Н. Урожайность, технологические показатели качества зерна и хлебопекарные свойства муки озимой пшеницы. Пермский аграрный вестник. 2020. № 4 (32). С. 41-49. DOI: 10.47737/2307-2873_2020_32_41.
7. Квасник Е.В., Коробейников Н.И. Особенности формирования качества зерна и урожайности мягкой яровой пшеницы в зависимости от агроэкологических условий в Алтайском крае. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №1(27). С. 16-18.
8. Шаймерденова Д.А. Влияние сорта на формирование технологического потенциала мягкой пшеницы Казахстана. Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2017. №4(61). С. 44-50.
9. Беркутова Н. А., Сандухадзе Б. И. и др. Мукомольные свойства зерна перспективных сортов озимой пшеницы. Хлебопродукты. 2010. №11. С. 52-53.
10. Демина И. Ф. Физические и мукомольные показатели качества зерна сортов мягкой яровой пшеницы. Сурский вестник. 2019. №4 (8). С. 9-12.
11. Погонец Е.В., Леонова С.А., Шуваева Е.Г. Комплексная технологическая оценка зерна тритикале башкирской селекции. В сборнике: Тритикале. Материалы международной научно-практической конференции. Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства. 2016. С. 155-162.

ОБ АВТОРАХ:

- Нина Станиславовна Кравченко**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна
Аграрный научный центр «Донской», 3, Научный городок, Зерноград, Ростовская обл., 347740 Российская Федерация
<http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>
- Дмитрий Михайлович Марченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, Аграрный научный центр «Донской» 3, Научный городок, Зерноград, Ростовская обл., 347740 Российская Федерация
<http://orcid.org/0000-0002-5251-3903>
wiza101@mail.ru
- Наталья Геннадьевна Игнатиева**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна
Аграрный научный центр «Донской», 3, Научный городок, Зерноград, Ростовская обл., 347740 Российская Федерация
<http://orcid.org/0000-0002-8506-8711>
- Михаил Мифодиевич Копусь**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна
Аграрный научный центр «Донской», 3, Научный городок, Зерноград, Ростовская обл., 347740 Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-8824-1033>
- Кирилл Андреевич Мирошников**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна
Аграрный научный центр «Донской», 3, Научный городок, Зерноград, Ростовская обл., 347740 Российская Федерация
<http://orcid.org/0000-0003-2835-2625>

REFERENCES

1. Grundas, S., Wrigley, C. W. Ultrastructure of the Wheat Grain, Flour, and Dough. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition) VOLUME 3, 2018, Pages 384-395.
2. Kumar, P., Yadava, R., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R., and Yadav, S., Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. LifeSciences and Medicine Research, 2011. Pp. 1–10.
3. Podgorny, S., Skripka, O., Samofalov, A., Gromova, S., Chernova, V. Razdolye — A new mid-late variety of soft winter wheat. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 937(2), 022120. ISSN 17551307. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022120
4. Khlestkina E.K., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I., Otmakhova Yu.S. Prospects of molecular genetic approaches in controlling technological properties of wheat grain in the context of the “grain — flour — bread” chain. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016; DOI 10.18699/VJ15.140. (In Russian)
5. Malla G. Climate Change and Its Impact on Nepalese Agriculture. Journal of Agriculture and Environment, 2009. 9, Pp. 62–71. <https://doi.org/10.3126/aej.v9i0.2119>.
6. Kalabina T.S., Eliseev S.L., Yarkova N.N. Yield capacity, technological parameters of grain quality and baking properties of winter wheat flour. Perm Agrarian Journal. 2020. No. 4 (32). Pp. 41-49. DOI: 10.47737/2307-2873_2020_32_41. (In Russian)
7. Kvasnik Y.V., Korobeynikov N.I. Peculiarities of grain quality and yields formation of soft spring wheat depending on agroecological conditions in the Altai region. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2017. No.1(27). Pp. 16-18. (In Russian)
8. Shaimerdenova D. A. Effect of variety on the formation of the technological potential of wheat of Kazakhstan. Newsletter of North-Caucasus Federal University. 2017. No. 4(61). Pp. 44-50. (In Russian)
9. Berkutova N.A., Sandukhadze B.I. et al. Flour-milling properties of the promising winter wheat varieties. Bread products. 2010. No. 11. Pp. 52-53. (In Russian)
10. Demina I. F. Physical and flour-milling indicators of grain quality of the spring bread wheat varieties. Surskiy Vestnik. 2019. No. 4 (8). Pp. 9-12. (In Russian)
11. Pogonets E.V., Leonova S.A., Shuvaeva E.G. Comprehensive technological estimation of triticale of the Bashkir breeding. In the collection of papers: Triticale. Materials of the international scientific-practical Conference. Donskoy Zonal Research Institute of Agriculture. 2016. Pp. 155-162. (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

- Nina Stanislavovna Kravchenko**, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality
Agricultural Research Center “Donskoy”, 3, Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region 347740, Russian Federation
<http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>
- Dmitry Mikhailovich Marchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of winter wheat breeding and seed production, Agricultural Research Center “Donskoy”, 3, Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region 347740, Russian Federation
<http://orcid.org/0000-0002-5251-3903>
wiza101@mail.ru
- Nataliya Gennadievna Ignatieva**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality
Agricultural Research Center “Donskoy”, 3, Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region 347740, Russian Federation
<http://orcid.org/0000-0002-8506-8711>
- Mikhail Mifodievich Kopus**, Doctor of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality
Agricultural Research Center “Donskoy”, 3, Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region 347740, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-8824-1033>
- Kirill Andreevich Miroshnikov**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality
Agricultural Research Center “Donskoy”, 3, Nauchny Gorodok Str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation
<http://orcid.org/0000-0003-2835-2625>

И.Р. Манукян,
Т.С. Абиева,
Н.Н. Догузова ✉

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук, РСО —Алания, Российская Федерация

✉ doguzovanino@yandex.ru

Поступила в редакцию:
17.05.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
12.08.2022

Irina R. Manukyan,
Tamara S. Abieva,
Nino N. Doguzova ✉

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, RSO —Alania, Russian Federation

✉ doguzovanino@yandex.ru

Received by the editorial office:
17.05.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
12.08.2022

Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Северного Кавказа

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Представлены результаты исследований по выявлению наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям предгорной зоны Центрального Кавказа сортов озимой тритикале.

Методы. Исследования проведены в 2019–2021 гг. на полях СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН на 8 сортообразцах: ТГИ 24/1 (Россия), Алмаз (Россия), Капрал (Россия), Moderato (Польша), Hortenso (Польша), Grenado (Польша), Гор (Россия), Князь (Россия). Для комплексной оценки и отбора ценного исходного материала при селекции на адаптивность использовали набор методик, позволяющих установить достоверность наблюдаемых различий и получить необходимую информацию о потенциальной продуктивности и экологической пластичности.

Результаты. Наибольшей экологической пластичностью характеризовались сорта Гор ($b_i = 0,7$) и Hortenso и Grenado ($b_i = 0,6$). По коэффициенту стабильности в различных условиях вегетации лучшим оказался сорт Moderato и ТГИ 24/1 ($S^2d = 0,01$). Сорта Гор, Hortenso и Grenado сформировали наибольшую среднюю за три года продуктивность колоса, которая составила соответственно 3,6 и 3,3 г/кол. Была определена доля факторов в формировании урожайности. Влияние условий вегетации составило 3,1%, сортовых особенностей — 54,1%. Высокая устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды установлена у сорта Moderato, максимальное соответствие условиям среды региона — у сортов Гор (3,6), Hortenso (3,3) и Grenado (2,8). Высокая устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды установлена у сортов Гор, Hortenso и Grenado, высокой стабильностью продуктивности характеризуются сортообразцы Moderato и ТГИ 24/1. У выделившихся сортообразцов индекс продуктивности растений (ИПР) составил 19,6; 16,4; 18,4; 15,0; 11,1 соответственно, что по классификационной таблице соответствует высокой продуктивности. У сортообразцов Алмаз, Капрал и ТГИ 24/1 показатели ИПР (10,0; 9,8; 10,6) соответствовали средней продуктивности озимой тритикале. Выделившиеся сортообразцы будут использованы в селекционных программах при создании сортов озимой тритикале для предгорной зоны Центрального Кавказа.

Ключевые слова: озимая тритикале, урожайность, адаптивность, устойчивость к стрессу, индексы условий среды, экологическая пластичность, стабильность

Для цитирования: Манукян И.Р., Абиева Т.С., Догузова Н.Н. Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156>

© Манукян И.Р., Абиева Т.С., Догузова Н.Н.

Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus

ABSTRACT

Relevance. The results of research on the identification of winter triticale varieties most adapted to the soil and climatic conditions of the foothill zone of the Central Caucasus are presented.

Methods. The research was carried out in 2019–2021 in the fields of SCNIIGPSH VNC RAS on 8 varietal samples: TGI 24/1 (Russia), Almaz (Russia), Capral (Russia), Moderato (Poland), Hortenso (Poland), Grenado (Poland), Gor (Russia), Knyaz (Russia). For a comprehensive assessment and selection of valuable source material during selection for adaptability, a set of techniques was used to establish the reliability of the observed differences and obtain the necessary information about potential productivity and environmental plasticity.

Results. The highest ecological plasticity was found in varieties Gor ($b_i = 0.7$) and Hortenso and Grenado ($b_i = 0.6$). According to the coefficient of stability in various growing conditions, the varieties Moderato and TGI 24/1 ($S^2d = 0.01$) turned out to be the best. Varieties Gor, Hortenso and Grenado formed the highest average productivity of the ear over three years, which amounted to 3.6 and 3.3 g/ear, respectively. The share of the factors in the formation of yield was determined. The influence of vegetation conditions was 3.1%, of varietal characteristics — 54.1%. High resistance to environmental stress factors has been established in the variety Moderato, maximum compliance with the environmental conditions of the region — in varieties Gor (3.6), Hortenso (3.3) and Grenado (2.8). High resistance to environmental stress factors has been established in varieties Gor, Hortenso and Grenado, high stability of productivity is found in varieties Moderato and TGI 24/1. In the distinguished varietal samples the plant productivity index (PPI) was: 19.6; 16.4; 18.4; 15.0; 11.1 accordingly, according to the classification table, it corresponds to high productivity. In varieties Almaz, Capral and TGI 24/1, the indicators of the PPI (10.0; 9.8; 10.6) corresponded to the average productivity of winter triticale. The selected cultivars will be used in breeding programs, when creating winter triticale varieties for the foothill zone of the Central Caucasus.

Key words: winter triticale, productivity, adaptability, resistance to stress, indices of environmental conditions, ecological plasticity, stability

For citation: Manukyan I.R., Abieva T.S., Doguzova N.N. Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156> (In Russian).

© Manukyan I.R., Abieva T.S., Doguzova N.N.

Введение/Introduction

Одним из путей увеличения производства высококачественного продовольственного и кормового зерна тритикале является более эффективное использование генетического потенциала культуры. Определяя значения различных факторов роста урожайности, на первое место ставят создание сортов пластичных, со стабильной урожайностью, соответствующих экологическим условиям региона, то есть адаптированных. Такие сорта должны обеспечивать высокую урожайность в благоприятных условиях и стабильную — в стрессовых ситуациях [1, 2]. Реализация программы создания адаптивных сортов на каждом этапе селекционного процесса сопровождается целенаправленным подбором исходного селекционного материала и комплексной оценкой по главным хозяйственно ценным признакам [3].

Адаптивные сорта должны обладать экологической пластичностью, то есть способностью в широком диапазоне почвенно-климатических условий формировать продуктивность, близкую к потенциальной, обладать устойчивостью к болезням и повреждениям вредителями, в связи с этим для селекции актуален поиск методов, по которым наиболее полно и объективно можно осуществлять отбор высокопродуктивных и адаптивных генотипов растений [4].

Разработано много методических подходов к оценке адаптивности сортов. Все они основаны на дисперсионном и регрессионном анализе продуктивности, полученной в различных условиях (почвенно-климатических, технологических и др.). При изучении селекционного материала и новых сортов в разные годы можно получить информацию о пластичности, которая показывает особенности реакции генотипа на изменение климатических условий. Если показатель урожайности сортов различается по годам, значит есть взаимодействие «сорт — условия года», эффект которого может быть проанализирован как дисперсионный комплекс. Показатели степени реакции генотипов на изменение условий среды характеризуют свойства сорта, его стрессоустойчивость, генетическую гибкость и гомеостатичность [5].

Целью исследования являлось изучение продуктивности и экологической пластичности различных сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа.

Материалы и методы / Materials and methods

Исследования проводились в 2019–2021 гг. в отделе селекционных технологий и первичного семеноводства сельскохозяйственных культур СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН. В опыте использовались сортообразцы различного эколого-географического происхождения: ТГИ 24/1 (Россия), Алмаз (Россия), Капрал (Россия), Moderato (Польша), Hortenso (Польша), Grenado (Польша), Гор (Россия), Князь (Россия). За стандарт взят сорт озимой тритикале Князь, районированный по северокавказскому региону.

Для оценки адаптивных свойств сортообразцов озимой тритикале были использованы методы S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина, Л.М. Лопатиной [6], по которым рассчитывали коэффициент линейной регрессии

(bi), или коэффициент пластичности, а также дисперсию (S^2i), или вариансу стабильности [7–9]. Устойчивость сортов к стрессу ($Y_{min} - Y_{max}$) и генетическую гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$) определяли по А.А. Rossielle, J. Hemblin в изложении А.А. Гончаренко. Определяли индекс продуктивности растений: $ИПР = (ЧЗ \times ВЗ)/ДК$, где: ЧЗ — число зерен, шт.; ВЗ — вес зерна с колоса, г; ДК — длина колоса, см [10–12], как показатель высокоурожайных сортов. По методике Животкова Л.А. с соавторами вычисляли коэффициент адаптивности (КА). Согласно этой методике, для анализа продуктивного и адаптивного потенциала используется показатель среднесортowej урожайности. КА выражает общую норму реакции определенной совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. Реакцию же отдельного сорта на сложившиеся конкретные условия вегетационного периода определяют как соотношение его урожайности со среднесортowej. Если рассчитанные показатели КА превышают 100%, то такой сорт считается потенциально высокопродуктивным. В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Дисперсионный анализ показал наличие взаимодействия «генотип — среда» для всей совокупности изучаемых сортообразцов. Вклад в общую изменчивость продуктивности принадлежит генотипам изучаемых сортов (фактор А «сорт»), их доля составила 54,1%. Доля изменчивости, вызванная влиянием условий среды (фактор В «год»), составила 3,1% (табл. 1).

Неблагоприятные условия для роста и развития тритикале сложились в 2019 г. (табл. 2). Наиболее благоприятными были условия вегетации в 2020 г., средняя продуктивность колоса была на 0,1 г выше общей средней по сортообразцам за все годы.

Для получения объективной информации об адаптивности изучаемых образцов рассчитали КА. По полученному коэффициенту можно судить о потенциале продуктивности изучаемых сортообразцов. В наших исследованиях КА варьировал от 64,6 до 125,5%. Высокоурожайными (превышающими 100%) и адаптивными оказались сортообразцы Hortenso (125,5%), Grenado (114,1%), Гор (136,8%), самый низкий показатель КА у сортообразца ТГИ 24/1 (64,6%).

У сортообразцов Капрал, Алмаз и Hortenso высокий коэффициент вариации (V), он составил 21,0–30,3%. Низкий коэффициент вариации у сортообразцов ТГИ 24/1 (5,9) и Moderato (4,3) (табл. 2).

Параметр $(Y_{max} + Y_{min})/2$ показывают степень варьирования продуктивности по годам. Он отражает

Таблица 1. Дисперсионный анализ продуктивности главного колоса сортообразцов озимой тритикале (2019–2021 гг.)

Table 1. Variance analysis of productivity of the main ear of winter triticale cultivars (2019–2021)

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Дисперсия, % (σ^2)	Доли вклада факторов, %	Отклонение дисперсии (F)	
					Fф	Fт (P= 0,95)
Общая	11,1	23				
Фактор В (год)	0,54	2		3,1		
Фактор А (сорт)	6,0	7	0,85	54,1	2,8	2,7
Случайное (остаточное)	4,76	16	0,3	42,8		

Таблица 2. Средняя урожайность и параметры адаптивности сортообразцов озимой тритикале (2019–2021 гг.)

Table 2. Average yield and adaptability parameters of winter triticale cultivars (2019–2021)

Сорт	Урожайность, г/кол.			Среднее, \bar{X}_i	Показатели адаптивности			
	2019	2020	2021		КА, %	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{max} + Y_{min})/2$	V, %
ТГИ 24/1	1,5	2,1	1,5	1,7	64,6	-0,6	1,8	5,9
Алмаз	1,6	2,0	2,1	1,9	72,2	-0,5	1,8	21,0
Капрал	2,4	2,4	1,7	2,2	83,6	-0,7	2,0	27,2
Moderato	2,3	2,3	2,2	2,3	87,4	-0,1	2,2	4,3
Hortenso	3,1	2,9	3,8	3,3	125,5	-0,9	3,3	30,3
Grenado	3,5	3,5	3,8	3,6	114,1	-1,4	2,8	11,1
Гор	3,3	3,4	4,0	3,6	136,8	-0,7	3,6	16,7
Князь, ст.	2,5	2,3	2,8	2,6	100,0	-0,5	2,6	19,2
Среднее, \bar{X}_j	2,5	2,6	2,7	2,6				
Индекс условий, I_j	-0,15	0,05	0,15					

Таблица 3. Теоретическая урожайность сортообразцов озимой тритикале (2019–2021 гг.)

Table 3. Theoretical yield of winter triticale cultivars (2019–2021)

Сорт	Годы			Среднее, \bar{X} теор.
	2019	2020	2021	
ТГИ 24/1	1,6	2,1	1,5	1,7
Алмаз	2,0	2,0	2,0	2,0
Капрал	2,2	2,2	2,2	2,2
Moderato	2,3	2,3	2,3	2,3
Hortenso	3,4	3,3	3,2	3,3
Grenado	3,7	3,6	3,5	3,6
Гор	3,7	3,6	3,5	3,6
Князь, ст.	2,7	2,6	2,5	2,6

Таблица 4. Отклонения фактической урожайности и параметры пластичности и стабильности сортообразцов озимой тритикале (2019–2021 гг.)

Table 4. Deviations of the actual yield and parameters of plasticity and stability of varieties of winter triticale (2019–2021)

Сорт	Годы			S^2_i	ИПР	b_i	Характеристика сорта
	2019	2020	2021				
ТГИ 24/1	-0,1	0	0	0,01	10,0	0,3	Средняя пластичность, высокая стабильность урожая
Алмаз	-0,4	0	0,1	0,2	9,8	0,4	Средняя пластичность и стабильность
Капрал	0,2	0,2	-0,5	0,33	10,6	0,02	Низкая пластичность и средняя стабильность
Moderato	0	0	-0,1	0,01	15,0	0,25	Средняя отзывчивость, высокая стабильность урожая
Hortenso	-0,3	-0,4	0,6	0,6	16,4	0,6	Высокая пластичность, низкая стабильность урожая
Grenado	-0,2	-0,1	0,3	0,14	18,4	0,6	Высокая пластичность, низкая стабильность урожая
Гор	-0,4	-0,2	0,5	0,4	19,6	0,7	Высокая пластичность и низкая стабильность
Князь, ст.	-0,2	-0,3	0,4	0,3	11,1	0,4	Средняя пластичность и стабильность

среднюю урожайность сорта в контрастных условиях и характеризует генетическую гибкость и компенсаторную возможность. Чем выше степень соответствия между генотипом и факторами среды, тем выше этот показатель. Сортообразцы Гор, Hortenso и Grenado обладают большим генетическим потенциалом. У них показатель $(Y_{max} + Y_{min})/2$ составил 3,6; 3,3 и 2,8 соответственно, что значительно выше, чем у стандартного сорта Князь. Другой показатель адаптивности — разница между урожайностью $(Y_{min} - Y_{max})$ — характеризует уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям. Чем меньше разрыв между значениями, тем шире диапазон приспособительных возможностей. Высокий уровень приспособительных возможностей показали сортообразцы Moderato и Алмаз, разница между минимальным и максимальным показателями продуктивности колоса составила 0,1–0,5 г. Эти же сортообразцы имели самые низкие показатели $(Y_{max} + Y_{min})/2$ — 1,8.

Высокие показатели $(Y_{max} + Y_{min})/2$ у сортообразцов Гор — 3,6, Hortenso — 3,3 и Grenade — 2,8. Эти значения превышают стандарт на 0,2–1,0 г.

По совокупности анализируемых параметров высокий адаптивный потенциал у выявлен у образцов Гор, Hortenso, Grenado и Moderato.

Урожайность является важнейшим показателем при оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта, позволяет судить об отзывчивости его на улучшение или ухудшение условий.

Для дальнейшего определения экологической пластичности и стабильности вычисляли теоретическую урожайность и ее отклонения по годам (табл. 3, 4).

Небольшие отклонения в урожайности отмечены у сортообразцов Moderato, ТГИ 24/1 — от -0,1 до 0 соответственно. У стандартного сорта Князь показатель варьирует от 0,4 до -0,3. Наибольшее варьирование ха-

Таблица 5. Классификация сортообразцов озимой тритикале по адаптивности и селекционному ИПР (2019–2021 гг.)

Table 5. Classification of winter triticale cultivars by adaptability and selection PPI (2019–2021)

Классификация	Продуктивность, кг/м ²	Масса зерна колоса, г	ИПР
Низкая продуктивность	до 0,7	до 2,0	до 7,0
Средняя продуктивность	0,7–1,0	2,0–3,0	7,0–11,0
Высокая продуктивность	> 1,0	> 3,0	> 11,0

рактерно для образцов Гор, Hortenso, Grenado (табл. 4). Биологическую возможность сорта приспосабливаться к условиям среды обитания характеризует экологическая пластичность (ЭП). Основными показателями ЭП являются коэффициенты пластичности (bi) и стабильности (S2i). По результатам проведенных исследований, наиболее отзывчивы на изменения условий среды сортообразцы Гор, Hortenso и Grenado.

У выделившихся сортообразцов ИПР составил 19,6; 16,4; 18,4; 15,0; 11,1 соответственно, что по классификационной таблице соответствует высокой продуктивности (табл. 5). У сортообразцов Алмаз, Капрал, и ТГИ 24/1 показатели ИПР (10,0; 9,8; 10,6) соответствовали средней продуктивности озимой тритикале.

Выводы/ Conclusion

Проведена оценка количественных признаков, отражающих адаптивные свойства сорта, с использованием уже известных селекционных индексов, а также нового индекса продуктивности растений. Анализ адаптивного потенциала, экологической пластичности и стабильности сортов озимой тритикале позволил выделить наиболее адаптивные сорта для агроэкологических условий предгорной зоны Северного Кавказа. Высокая устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды установлена у сортов Гор, Hortenso и Grenado, высокой стабильностью продуктивности характеризуются сортообразцы Moderato и ТГИ 24/1.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вертий Н.С. Селекционные индексы в оценке ячменно — пшеничных гибридов / Н.С. Вертий // Нива Поволжья. -№ 2(39). — 2016. -С.9-15.
2. Зыкин В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега: методические рекомендации // ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. — Новосибирск, 1984. 24 с.
3. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. — 2005. — № 6. — С. 49-53.
4. Кшникаткина А.Н. Основные факторы продуктивности озимого тритикале / А.Н. Кшникаткина, А.В. Коваленко // Нива Поволжья. 2009. №3(12). С. 73-79
5. Назранов Х.М. Комплексная оценка адаптивного потенциала озимого тритикале в условиях вертикальной зональности центральной части Северного Кавказа / Х.М. Назранов, Ф.Х. Нагудова, А.М. Калмыков // Вестник КрасГАУ. 2011. №11. С. 71-75.
6. Животков Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности»/ Л. А. Животков, З. Н. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. 1994. -№ 2. -С. 3-6.

REFERENCES

1. Vertiy N.S. Breeding indices in the evaluation of barley-wheat hybrids / N.S. Vertiy // Niva of the Volga region. -№ 2(39). -2016. — Pp.9-15. (in Russian)
2. Zykin V.A. Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapaga: methodical. recommendations // VASHNIL. Sib. otd-nie. — Novosibirsk, 1984. 24 p. (in Russian)
3. Goncharenko, A.A. On adaptability and environmental sustainability of grain varieties / A.A. Goncharenko // Bulletin of RASKHN. — 2005. — No. 6. — pp. 49-53. (in Russian)
4. Kshnikatkina A.N. The main factors of productivity of winter triticale / A.N. Kshnikatkina, A.V. Kovalenko // Niva of the Volga region. 2009. No.3(12). pp. 73-79(in Russian)
5. Nazranov H.M. A comprehensive assessment of the adaptive potential of winter triticale in the conditions of vertical zonality of the central part of the North Caucasus / H.M. Nazranov, F.H. Nagudova, A.M. Kalmykov // Bulletin of KrasGAU. 2011. No. 11. pp. 71-75. (in Russian)
6. Zhivotkov L. A. Methodology for identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat wheat in terms of "yield" / L. A. Zhivotkov, Z. N. Morozova, L. I. Sekatueva // Breeding and seed production. 1994.-No. 2. — pp. 3-6. (in Russian)

7. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология 1984 № 4 С. 109-113.
8. Удачин Р.А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р.А. Удачин, А.П. Головченко // Селекция и семеноводство, 1990, №5, С.2-6.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) \ 5 изд., перераб. и допол. М.: Альянс, 2014. 351 с.
10. Qureshi, N. A new leaf rust resistance gene Lr79 mapped in chromosome 3BL from the durum wheat landrace Aus26582. / N. Qureshi, H. Bariana, V.V. Kumran, S. Muruga, K.L. Forrest, M.J. Hayden, U. Bansal // Theor. Appl. Genet. — 2018. — 131. — P. 1091–1098. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3060-3>
11. Манукян И.Р. Оценка продуктивности селекционных образцов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа / И.Р. Манукян, М.А. Басиева В.Б. Абиев // Нива Поволжья. 2018. № 4. С. 78-83.
12. Vanzetti, L.S. Identification of leaf rust resistance genes in selected Argentinean bread wheat cultivars by gene postulation and molecular markers / L.S.Vanzetti, P. Campos, M. Demichelis, L.A. Lombardo, P.R. Aurelia1, L.M. Vaschetto, C.T. Bainotti, M. Helguera // Electronic Journal of Biotechnology. — 2011. — Vol. 14. — No. 3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/rt/prinFRIENDLY/v14n3-14/1313>
7. Pakudin V. Z. Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops / V. Z. Pakudin, L. M. Lopatina // Agricultural Biology 1984 No. 4 pp. 109-113. (in Russian)
8. Udachin R.A. Methodology for assessing the ecological plasticity of wheat varieties / R.A. Udachin, A.P. Golovchenko // Breeding and seed production, 1990, No. 5, pp.2-6. (in Russian)
9. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) \ 5 ed., reprint. and additional. M.: Alliance, 2014. 351 p. (in Russian)
10. Qureshi, N. A new leaf rust resistance gene Lr79 mapped in chromosome 3BL from the durum wheat landrace Aus26582. / N. Qureshi, H. Bariana, V.V. Kumran, S. Muruga, K.L. Forrest, M.J. Hayden, U. Bansal // Theor. Appl. Genet. — 2018. — 131. — P. 1091–1098. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3060-3>
11. Manukyan I.R. Evaluation of the productivity of breeding samples of winter wheat in the conditions of the foothill zone of the Central Caucasus / I.R. Manukyan, M.A. Basieva V.B. Abiev // Niva of the Volga region. 2018. No. 4. pp. 78-83. (in Russian)
12. Vanzetti, L.S. Identification of leaf rust resistance genes in selected Argentinean bread wheat cultivars by gene postulation and molecular markers / L.S.Vanzetti, P. Campos, M. Demichelis, L.A. Lombardo, P.R. Aurelia1, L.M. Vaschetto, C.T. Bainotti, M. Helguera // Electronic Journal of Biotechnology. — 2011. — Vol. 14. — No. 3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/rt/prinFRIENDLY/v14n3-14/1313>

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Рафиковна Манукян,
кандидат биологических наук, и.о. заведующая отделом селекционных технологий и первичного семеноводства, ведущий научный сотрудник
евро-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Республика Северная Осетия – Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, д. 1, 363110, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1620-4302>
e-mail: miririna.61@mail.ru

Тамара Сидоровна Абиева,
кандидат биологических наук, научный сотрудник
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Республика Северная Осетия – Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, д. 1, 363110, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2647-5867>
e-mail: abilena@mail.ru

Нино Нодаровна Догузова,
аспирант, младший научный сотрудник
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства, Республика Северная Осетия – Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, д. 1, 363110, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-3655-5166>
e-mail: doguzovanino@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Rafikovna Manukyan,
Candidate of Biological Sciences, Acting Head of the Department of Breeding Technologies and Primary Seed Production
Leading Researcher of the North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, North Ossetia — Alania, Mikhailovskoye village, 1, str. Williams, 363110, Russian Federation,
<https://orcid.org/0000-0002-1620-4302>
e-mail:miririna.61@mail.ru ,

Tamara Sidorovna Abieva,
Candidate of Biological Sciences, Researcher,
North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill, North Ossetia — Alania, Mikhailovskoye village, 1, str. Williams, 363110, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2647-5867>
e-mail:abilena@mail.ru

Nino Nodarovna Doguzova,
Post-graduate student, Junior Researcher
North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture, North Ossetia — Alania, Mikhailovskoye village, 1, str. Williams, 363110, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-3655-5166>
e-mail:doguzovanino@yandex.ru,

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Сельхозпроизводители Нижегородской области приступили к севу озимых культур

Нижегородские аграрии приступили к закладке урожая 2023 года. «Сельхозпроизводители региона приступили к севу озимых культур под будущий урожай. В этом году под озимый клин будет отведено более 200 тысяч гектаров сельхозугодий», – сообщил региональный министр сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Н.К. Денисов. Эту площадь, по данным чиновника, планируется засеять пшеницей, рожью, ячменем, а также рапсом. Сев озимых культур уже начался в ряде муниципальных округов. Они будут посеяны как на ранее обрабатываемых сельхозугодиях, так и на полях, долгое время не используемых, отметил министр. «В последние годы работе по вводу в оборот залежных земель в регионе уделяется особое внимание. К примеру, в этом году в производство планируется вернуть 25 тысяч гектаров таких земель, они отведены под зерновые и зернобобовые

культуры», – сообщил Н.К. Денисов. Он напомнил, что с целью активизации работы по вводу в оборот заброшенных сельхозугодий предусмотрена господдержка в виде возмещения аграриям 50% затрат, понесенных на проведение культуртехнических мероприятий (раскорчевку, распашку, улучшение химического состава пашни), – это позволяет привести земельные участки в надлежащее состояние для выращивания на них сельскохозяйственных культур. В Минсельхозпрод региона отметили, что на поддержку предприятий АПК и развитие сельских территорий области в 2022 году выделено более 5,4 млрд руб. субсидий. Из них более 3,7 млрд руб. уже доведено до сельхозпроизводителей. Эти средства направлены на проведение весенних полевых работ, мелиорацию, возмещение части затрат, связанных с приобретением техники и оборудования, а также – на поддержку производителей молока и овощей, кадров и другие направления. (Источник и фото: официальный портал Минсельхозпрод Нижегородской области)

УДК 631.521:658.562:633.521

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-157-161

А.А. Янышина

Федеральный научный центр лубяных культур, Торжок, Тверская область, Российская Федерация

✉ ayanyshina@mail.ru

Поступила в редакцию:
08.04.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Сортовая идентификация партий семян льна-долгунца в первичном семеноводстве научно-исследовательских учреждений Российской Федерации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Отличительная особенность семеноводства льна-долгунца — низкий коэффициент размножения семян. Проведение сортовой идентификации и оценки однородности основных сортовых признаков обновленных партий семян из первичного семеноводства научно-исследовательских учреждений Российской Федерации — актуальная задача.

Методы. Посев семян осуществляли на выровненных ярусах почвы в поле по методике грунтового сортового контроля льна-долгунца. Для снижения степени модифицирования сортовых признаков использовали квадратный способ посева с площадью питания каждого растения 2,5 x 2,5 см.

Результаты и обсуждение. Установлено, что обособленные подразделения НИИЛ (Псковский НИИЛ и Смоленский НИИЛ Федерального центра лубяных культур), СибНИИСХИТ и Фаленская селекционная станция проводили первичное семеноводство по льну-долгунцу на высоком научно-методическом уровне. Требованиям ГОСТ Р 52325-2005 к категории ОС соответствовали 99,5% от 185 проверенных партий семян. Они характеризовались хорошей однородностью по продолжительности вегетационного периода, хорошей и удовлетворительной выравненностью по высоте растений. Коэффициент вариации высоты растений в партиях семян в среднем за три года составил от 4,2 до 5,9%, в контроле — от 3,8 до 6,1%. Высокую однородность по содержанию волокна в стеблях имели 93,5% от всех поступивших на сортовую идентификацию партий семян. В результате проверки по потомству подтверждено наличие сортовой примеси в количестве 1,4% в партии семян от питомника размножения первого года сорта Александрит урожая 2018 г. ВНИИЛ.

Ключевые слова: лен-долгунец, первичное семеноводство, партия семян, сортовой признак, сортовая чистота, сортовая примесь

Для цитирования: Янышина А.А. Сортовая идентификация партий семян льна-долгунца в первичном семеноводстве научно-исследовательских учреждений Российской Федерации. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-157-161>

© Янышина А.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-157-161

Antonina A. Yanyshina

Federal Scientific Center of Bast Cultures, Torzhok, Tver region, Russian Federation

✉ ayanyshina@mail.ru

Received by the editorial office:
08.04.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Varietal identification of flax seeds batches in primary seed breeding of the Russian Federation research institutions

ABSTRACT

Relevance. This work is aimed at carrying out varietal identification and assessment of the uniformity of the main grading factors of updated seeds from primary seed breeding of the Russian Federation research institutions. The studies were carried out under field conditions on medium sod-podzolic loamy soil in the Tver region.

Methods. Sowing was conducted on leveled raised beds in the field according to the method of soil varietal control. To reduce the degree of modification of varietal characteristics, a square sowing method with a feeding area of each plant of 2.5 x 2.5 cm was used.

Results and discussion. It was established that the separate divisions of the NIIL (Pskovskiy NIISKH and Smolenskiy NIISKH of the Federal Scientific Center for Bast Crops), SIBNIISKHIT and the Falenskaya Breeding Station carried out primary seed production on flax at a high scientific and methodological level. 99.5% of 185 seed batches evaluated met the requirements of GOST R 52325-2005 for the OS category. They were characterized by good uniformity in the duration of the growing season, good and satisfactory alignment in plant height. The coefficient of variation of plant height in seed batches averaged from 4.2 to 5.9% over three years, in control seed batches it varied from 3.8 to 6.1%. 93.5% of all seed batches received for varietal identification had good evenness of fiber content in stems. According to the results of the checking seeds for compliance in a generation, the presence of rogue in the amount of 1.4% was determined in the seeds batches of the 1st year Alexandrite variety of the 2018 harvest from the breeding nursery VNIIL.

Key words: fiber flax, primary seed breeding, seeds batch, grading factor, varietal purity, rogue

For citation: Yanyshina A.A. Varietal identification of flax seeds batches in primary seed breeding of the Russian Federation research institutions. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-157-161> (In Russian)

© Yanyshina A.A.

Введение/Introduction

В соответствии с Законом о семеноводстве, определение сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений проводится посредством апробации посевов, а также методом сортовой идентификации. Апробация проводится в отношении посевов сельскохозяйственных растений на семенные цели, семена с которых предназначены для реализации или производства семян. Сортовая идентификация проводится по заявкам производителей семян методами апробации, грунтового сортового контроля и лабораторным методом с использованием ДНК-маркеров для паспортизации сорта [1].

Необходимость постоянного контроля над сортовыми признаками размножаемых партий семян льна-долгунца обусловлена изменчивостью сортов в процессе их производственного использования. При этом наблюдается уменьшение высоты растений и технической длины стебля, увеличение количества коробочек, что приводит к снижению урожайности волокнистой продукции и повышению урожайности семян. Нарушение сортовой чистоты партии семян может быть связано с механическим и биологическим засорением [2, 3]. Изменение генетически обусловленной однородности сортов льна-долгунца вызывают абиотические факторы (повышенная солнечная инсоляция, засуха, кислотность почвы и др.) [4–8].

Отличительная особенность семеноводства льна-долгунца — низкий коэффициент размножения семян. Для повышения этого показателя в первичном семеноводстве используют разреженные посевы с нормой высева от 5 до 8 млн всхожих семян на гектар, в которых габитус растения сильно меняется: уменьшается высота растений, увеличивается длина соцветия, образуется большое количество коробочек, что затрудняет идентификацию растений при апробации.

Вторая особенность культуры связана с фенотипическим сходством сортов, находящихся в Государственном реестре селекционных достижений (Госреестре) и допущенных к возделыванию на территории Российской Федерации. Из 67 сортов Госреестра только сорта Белочка и Росинка имеют ярко выраженный отличительный сортовой признак — белую окраску венчика цветка. Другие отличительные признаки: «окраска пестика у основания» или «окраска тычиночной нити у вершины» сложно заметить при проведении сортовых прочисток в питомниках первичного семеноводства. Первичное семеноводство льна-долгунца осуществляется в научно-исследовательских учреждениях Российской Федерации (НИУ РФ).

В связи с морфо-биологическими особенностями культуры и в соответствии с методикой первичного семеноводства партии семян со всех этапов первичного семеноводства ежегодно проходят обязательную сортовую идентификацию и оценку однородности основных сортовых признаков по методике грунтового контроля в Федеральном научном центре лубяных культур (ФНЦ ЛК) [9]. Этот метод позволяет получать наиболее достоверные данные для характеристики сортовой чистоты и однородности основных сортовых признаков партий семян льна-долгунца и не допустить в производство утратившие необходимый уровень сортовой чистоты партии семян.

Резкое сокращение количества НИУ РФ, занимающихся первичным семеноводством льна-долгунца — с 13 в 2000 г. до пяти в 2017 г. — привело к увеличению количества сортов, находящихся в процессе первично-

го семеноводства некоторых учреждений, до пяти и более. Поэтому сортовая идентификация произведенных в НИУ партий семян методом грунтового сортового контроля является актуальной.

Цель работы — определение сортовой чистоты и однородности основных сортовых признаков партий оригинальных семян льна-долгунца из питомников первичного семеноводства НИУ РФ.

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования проведены на базе обособленного подразделения Научно-исследовательского института льна ФГБНУ ФНЦ ЛК (ОП НИИЛ) в Тверской области в 2019–2021 гг. Объектом исследований служили партии оригинальных семян льна-долгунца от питомников первичного семеноводства пяти НИУ РФ: ФГБНУ ФНЦ ЛК, куда, кроме ОП НИИЛ, входят обособленные подразделения Псковский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (ОП Псковский НИИСХ) и Смоленский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (ОП Смоленский НИИСХ), Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа — филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИИСХиТ), Фаленской селекционной станции — филиала Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (Фаленская селекционная станция).

Почва опытной площадки характеризовалась как дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая с очень высоким содержанием фосфора (от 352 до 408 мг/100 г почвы) и средней обеспеченностью калием (от 74 до 92 мг/100 г почвы). Реакция почвенного раствора была среднекислая (рН от 4,68 до 4,95). Метеорологические условия проведения исследований в целом были благоприятные для льна-долгунца. Недостаток влаги в посеве компенсировали поливом от 3 до 8 л на 1 м² посева в зависимости от состояния почвы и выпадения осадков.

Семена высеивали на выровненном ярусе почвы по методике сортового грунтового контроля [9, 10]. Для уменьшения степени модификации количественных сортовых признаков растений льна-долгунца и наиболее полного проявления сортовых признаков каждого растения применяли квадратный способ посева. Семена высеивали в лунки с размещением 2,5×2,5 см, на глубину 1 см. Учетная делянка состояла из трех рядков растений в двухкратной повторности.

В течение вегетационного периода проводили наблюдения за состоянием растений. В начале фазы ранней желтой спелости растения убирали и в лабораторных условиях проводили их анализ на соответствие сорту и однородности сортовых признаков. Подлинность сорта устанавливали путем сравнительной оценки растений из проверяемой партии семян с растениями контрольного образца того же сорта, заранее проверенными на сортовую однородность.

Учитывали также биологические особенности растений, отмеченные во время вегетации: скороспелость, скорость роста в начале фазы быстрого роста, дату раскрытия первого цветка в соцветии и др. Затем проводили анализ растений по морфологическим признакам. Содержание волокна в стеблях определяли весовым методом после отделения волокна от тресты, полученной методом тепловой молчки технической части стеблей растений. Математическая обработка результатов исследования проведена методами вариационной статистики [11].

Таблица 1. Характеристика партий семян по высоте растений и содержанию волокна в стеблях, среднее за 2019–2021 гг.
Table 1. Characteristics of seed batches by plant height and fiber content in stems, average for 2019–2021

№ п/п n/a	Сорта varieties	Высота растений, см Plant height, cm		Коэффициент вариации высоты растений, % Coefficient of variation of plant height, %		Содержание волокна в стеблях, % Fiber content in stems, %	
		партии семян seed batches	+ – к контролю + – to control	партии семян seed batches	+ – к контролю + – to control	партии семян seed batches	+ – к контролю + – to control
Научно-исследовательский институт льна/Flax Research Institute							
1	Александрит Alexandrite	90	-2	4,5	+1,0	30,8	+0,7
2	Альфа Alpha	95	0	4,7	-0,2	31,6	-0,2
3	Атлант Atlant	95	0	5,9	0	27,5	0
4	Визит Visit	90	+1	4,6	-0,2	32,9	-0,1
5	Дипломат Diplomat	92	+1	5,1	+0,1	32,1	+0,2
6	Надежда Nadezhda	88	0	5,5	+0,4	31,6	+0,3
7	Полет Polet	84	+1	5,4	0	33,3	-0,9
8	Сурский Sursky	93	-1	5,3	+0,6	32,8	0
9	Тонус Tonus	86	0	4,4	+1,0	31,2	-0,2
10	Универсал Universal	98	-1	4,9	+0,3	28,4	+1,2
11	Факел Fakel	92	+1	5,1	+0,1	31,7	+0,5
12	Цезарь Cezar	89	+1	4,9	+0,2	31,1	+0,4
ОП Псковский НИИСХ/OP Pskovskiy NIISH							
13	Восход Voshod	97	-1	4,5	+0,2	30,2	-0,2
14	Добрыня Dobrynya	90	+1	4,4	+0,1	30,7	-0,3
ОП Смоленский НИИСХ/OP Smolenskiy NIISH							
15	Импульс Impulse	96	0	5,1	+0,1	25,9	-0,2
16	Лидер Leader	88	-2	5,8	+0,1	23,8	-0,4
17	С-108 С-108	91	-1	4,9	+1,0	22,0	-0,5
18	Смолич Smolich	92	0	5,4	-0,2	25,7	0
19	Феникс Phoenix	99	-1	4,6	+0,8	24,6	+1,6
СибНИИСХиТ / SIBNIISKHIT							
20	Памяти Крепкова Pamyati Krepkova	95	-1	5,4	-0,4	27,6	-0,4
21	Томич Tomic	88	-1	4,4	+0,6	30,6	+0,3
22	Томич 2 Tomic 2	83	+1	4,2	0	34,0	+0,8
23	Томский 16 Tomsk 16	84	+2	5,9	0	27,2	-0,5
24	Томский 17 Tomsk 17	87	0	5,8	+0,3	30,1	+0,6
25	Томский 18 Tomsk 18	100	0	4,5	-0,3	29,3	-0,3
26	Тост Toast	86	+2	4,7	+0,5	27,0	+1,0
27	Тост 3 Toast 3	103	+2	4,5	+0,4	30,4	-0,9
28	Тост 4 Toast 4	99	0	4,8	-0,3	31,3	-0,3
29	Тост 5 Toast 5	101	-2	4,4	-0,6	30,3	+1,4
Фаленская селекционная станция / Falenskaya Breeding Station							
30	Синель Sinel	97	+2	4,9	-0,1	29,8	+0,1

Результаты и обсуждения/Results and discussion

За истекший период было оценено 185 партий оригинальных семян 30 сортов льна-долгунца из питомников первичного семеноводства НИУ РФ. Проверенные партии семян характеризовались хорошей однородностью по продолжительности вегетационного периода. В них не выявлено рано и поздно зацветающих по сравнению с контролем, а также инакоцветущих растений.

Отмечено, что в условиях равномерного размещения растений по площади питания четко проявились особенности сортов льна-долгунца по высоте растений. В среднем за три года более 66% от всех проверенных сортов имели высоту от 90 до 103 см. Наиболее высокорослыми были сорта Универсал ОП НИИЛ, Восход ОП Псковского НИИСХ, Феникс ОП Смоленского НИИСХ, Томский 18, Тост 3, Тост 4 и Тост 5 СибНИИСХиТ и сорт Синель Фаленской селекционной станции. Среднерослыми были сорта Полет и Тонус ОП НИИЛ, Томич 2, Томский 16 и Тост СибНИИСХиТ. Высота среднерослых сортов в среднем за три года уступала высокорослым на 8–9%. Все проверенные сорта соответствовали по данному показателю контролю. Отклонения от контроля в среднем составляли от 2 до –2 см. Более значительные отклонения по высоте растений в партиях семян по сравнению с контролем были отмечены в 2019 г. у сортов Александрит ОП НИИЛ, Феникс ОП Смоленского НИИСХ, Памяти Крепкова СибНИИСХиТ; они составили от 4 до –3 см (табл. 1).

Выравненность растений по высоте в партиях семян характеризовалась коэффициентом вариации данного признака. Проверенные партии семян характеризовались хорошей и удовлетворительной выравненностью растений по высоте. Коэффициент вариации этого признака в партиях семян составил от 4,2 до 5,9%. В контроле этот показатель изменялся от 3,8 до 6,1%. Сорта Александрит и Тонус ОП НИИЛ, С-108 ОП Смоленского НИИСХ и Томич СибНИИСХиТ превосходили контроль по выравненности растений на величину до 1,0 абс. процента. Сорта Феникс и Тост 5, представленные ОП Смоленский НИИСХ и СибНИИСХиТ, были менее выравнены по сравнению с контролем — на 0,6 и 0,8%.

Самым стабильным сортовым признаком у льна-долгунца является содержание волокна в стеблях растений. Наиболее высокое содержание волокна имели сорта Томич и Тост 4 СибНИИСХиТ, Альфа, Визит, Дипломат, Надежда, Полет, Сурский, Тонус, Факел и Цезарь ОП НИИЛ. Содержание волокна в партиях семян этих сортов составило от 31,1 до 34,0%. Сорта льна-долгунца, представленные ОП Смоленский НИИСХ, были средневолокнистыми и содержали от 22,0 до 25,9% волокна в стеблях. Хорошей однородностью по содержанию волокна в стеблях характеризовались 93,5% проверенных

партий семян. Удовлетворительная однородность по содержанию волокна ежегодно отмечалась в партиях семян сорта Универсал ОП НИИЛ, в 2020 г. также в одной партии семян сорта Дипломат ОП НИИЛ, в 2021 г. — в трех партиях семян сорта Томский 18 и двух — сорта Тост 5 СибНИИСХиТ, и в одной партии семян сорта Импульс ОП Смоленского НИИСХ. Проверенные партии семян соответствовали контролю по содержанию волокна в стеблях растений. Сорта Универсал ОП НИИЛ, Феникс ОП Смоленский НИИСХ и Тост 5 СибНИИСХиТ имели более низкое содержание волокна по сравнению с контролем — от 1,2 до 1,6%.

В партиях семян сортов Александрит из питомника размножения первого года ОП НИИЛ и Импульс из питомника отбора ОП Смоленский НИИСХ выявлены нетипичные для проверенных сортов растения. У сорта Александрит нетипичное растение превосходило контроль по высоте на 20% и уступало ему по содержанию волокна на 3,4%. При проверке по потомству данное растение превосходило контроль по высоте на 14%, уступало ему по содержанию волокна на 3,4%; оно отнесено к сортовой примеси. Нетипичное растение, выделенное в сорте Импульс, незначительно уступало контролю по высоте на 7,5%, соответствовало контролю по содержанию волокна в стебле, но имело 21 коробочку, в то время как в контроле этот показатель составил 8 штук. Проверка его по потомству показала соответствие контролю по волокнистой и семенной продуктивности, но высота растений в потомстве сохранилась на уровне проверяемого растения и уступала контролю на 8,8%. Это растение отнесено к типичным для сорта Импульс.

Выводы/Conclusion

Проведенные исследования по оценке сортовой чистоты и однородности основных сортовых признаков у 185 партий семян 30 сортов льна-долгунца, представленных пятью НИУ РФ, показали, что первичное семеноводство в этих учреждениях проводится на высоком научно-методическом уровне. Требованиям ГОСТ Р 52325-2005 к категории ОС соответствовали 99,5% от проверенных партий семян. Они характеризовались хорошей однородностью по продолжительности вегетационного периода, хорошей и удовлетворительной выравненностью по высоте растений. В среднем за три года коэффициент вариации высоты растений составил от 4,2 до 5,9%, в контроле — от 3,8 до 6,1%. По содержанию волокна в стеблях хорошую однородность имели 93,5% от всех поступивших на сортовую идентификацию партий семян. По результатам проверки по потомству подтверждено наличие сортовой примеси в количестве 1,4% в партии семян от питомника размножения первого года сорта Александрит урожая 2018 г. ВНИИЛ.

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

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК FGSS — 2019-0016.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution FNTS LC FGSS — 2019-0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 17 декабря 1997 г. 3 149-ФЗ «О семеноводстве» (с изменениями и дополнениями). — 24 с.
2. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Л.Г. Рябенко и др. Типы и способы естественного опыления льна обыкновенного LINUM USITATISSIMUM // Масличные культуры. — 2018. — Вып. 1(173). — с. 105-113
3. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes // Crop Sci. — 2008. — Vol. 48. — P. 825-840.
4. Сорокина О.Ю. Оценка генотипов льна по устойчивости к стрессовым эдафическим факторам среды // льноводство: современное состояние и перспективы развития: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию томской школы селекции льна (г. Томск, 4 июля 2017 г.). — Федеральное агентство научных организаций, СибНИИСХИТ — филиал СФНЦА РАН. — Томск: ООО «Графика», 2017 — с. 57-64
5. The effect of nitrate nitrogen on barley yield on chernozem of the southern steppe zone of the Southern Urals / V.Yu. Skorokhodov, N.A. Maksyutov, D.V. Mitrofanov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2021. — Vol.624. — P. 012202-6.
6. Bronson K.F., Hunsaker D.J., Thorp R.R. Nitrogen fertilizer and irrigation effects on seed yield and oil in Camelina. *Agronomy Journal*, 2019; 111; 4; 1712-1719.
7. Виноградова Е.Г. К разработке методики клеточной селекции получения устойчивых эксплантов льна к абиотическим факторам среды // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2019. №2 (54). С. 289-296.
8. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber/ V.L. Dimitriev, A.E. Kayukova, L.V. Eliseeva, L.G./ Shashkarov, A.G./ Lozhkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology Citi Hall. — Krasnoyarsk: Russian Federation, 2021. — p. 42038.
9. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания / В.П. Понажев, Л.Н. Павлова, Т.А. Рожмина, Н.И. Лошакова, Л.П. Кудрявцева, Е.Г. Виноградова, Н.В. Пролетова, А.А. Янышина, О.В. Медведева, А.А. Линь, О.В. Синцова, Л.Н. Курчакова, Е.Г. Герасимова. — Тверь: Тверской госуниверситет, 2014 г. — 140 с.
10. Янышина А.А., Павлов Е.И., Понажев В.П. Сортовой грунтовой контроль льна-долгунца: методические указания. М.: Россельхозакадемия, 1999. 14 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

ОБ АВТОРЕ:

Антонина Александровна Янышина,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий Федерального научного центра лубяных культур, ул. Луначарского, 35, Торжок, Тверская область, Российская Федерация
Тел. 8 (48251) 9-18-44
e-mail: ayanyshina@mail.ru

REFERENCES

1. Federal Law No. 3149-FZ of December 17, 1997 "On Seed Production" (with amendments and additions). — 24 p. (In Russian)
2. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V., Ryabenko L.G., etc. Types and Methods of Natural Pollination of Common Flax LINUM USITATISSIMUM // Oilseeds. — 2018. — Issue 1(173). — pp. 105-113. (In Russian)
3. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes // Crop Sci. — 2008. — Vol. 48. — P. 825-840.
4. Sorokina O.Yu. Assessment of Flax Genotypes for Resistance to Stressful Edaphic Environmental Factors // Flax Growing: Current State and Prospects of Development: Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 80th Anniversary of the Tomsk Flax Breeding School (Tomsk, July 4, 2017). — Federal Agency of Scientific Organizations, SIBNIISKHIT — Branch of SFNCA RAS. — Tomsk: LLC "Graphics", 2017 — pp. 57-64. (In Russian)
5. The effect of nitrate nitrogen on barley yield on chernozem of the southern steppe zone of the Southern Urals / V.Yu. Skorokhodov, N.A. Maksyutov, D.V. Mitrofanov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2021. — Vol.624. — P. 012202-6.
6. Bronson K.F., Hunsaker D.J., Thorp R.R. Nitrogen fertilizer and irrigation effects on seed yield and oil in Camelina. *Agronomy Journal*, 2019; 111; 4; 1712-1719.
7. Vinogradova E.G. Towards the Development of Cell Selection Methods for Obtaining Flax Explants Resistant to Abiotic Environmental Factors // Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology. 2019 No.2 (54). pp. 289-296. (In Russian)
8. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber/ V.L. Dimitriev, A.E. Kayukova, L.V. Eliseeva, L.G./ Shashkarov, A.G./ Lozhkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology Citi Hall. — Krasnoyarsk: Russian Federation, 2021. — p. 42038.
9. Selection and Primary Seed Production of Fiber Flax: Methodological Guidelines / V.P. Ponazhev, L.N. Pavlova, T.A. Rozhmina, N.I. Loshakova, L.P.Kudryavtseva, E.G. Vinogradova, N.V. Proletova, A.A. Yanyshina, O.V. Medvedeva, A.A. Lin, O.V. Sintsova, L.N. Kurchakova, E.G. Gerasimova. —Tver: Tver State University, 2014 — 140 p. (In Russian)
10. Yanyshina A.A., Pavlov E.I., Ponazhev V.P. Varietal Ground Control of Fiber Flax: Methodical Instructions. Moscow: Rosselkhozacademy 1999. 14 с. (In Russian)
11. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat, 1985. — 351 p. (In Russian)

ABOUT THE AUTHOR:

Antonina Aleksandrovna Yanyshina,

Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher,
leading researcher of the Laboratory of Breeding Technologies of Federal Scientific Center of Bast Crops, Lunacharsky st, 35, Torzhok, Tver region, Russian Federation
Tel. 8 (48251) 9-18-44
e-mail: ayanyshina@mail.ru

УДК 635.655:632.934

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-162-166

О.В. Левакова, ✉
Е.В. Гуреева

Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», с. Подвьязье, Рязанская область, Российская Федерация

✉ podvyaze@bk.ru

Поступила в редакцию:
06.04.2022Одобрена после рецензирования:
02.08.2022Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-162-166

Olga V. Levakova, ✉
Elena V. Gureeva

Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Podvyazye village, Ryazan region, Russian Federation

✉ podvyaze@bk.ru

Received by the editorial office:
06.04.2022Accepted in revised:
02.08.2022Accepted for publication:
22.08.2022

Эффективность применения десиканта «Диктатор, ВР» на посевах сои (*Glycine max*) в условиях центрально-европейской части России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В Рязанском регионе в последние годы увеличиваются посевные площади под соей. Учитывая постоянно растущую востребованность сои как высокобелковой и масличной культуры, приоритетным направлением является разработка химических методов, влияющих на ускорение созревания.

Методы. Для проведения исследований взят сорт сои Касатка. В опыте изучали действие десиканта «Диктатор, ВР» (д.в. — 150 г/л диквата в виде дибромиды). Варианты опыта: 1) «Диктатор, ВР» 1,5 л/га; 2) «Диктатор, ВР» 2,0 л/га; 3) контроль (без обработки). Исследования проводились полевыми и лабораторными методами с использованием соответствующих методик.

Результаты. Результаты опыта показали, что все изучаемые дозы десиканта через 2–3 дня хорошо подсушивают листья культуры. Анализ динамики снижения влажности зерна сои показал, что обе дозировки «Диктатор, ВР» оказались эффективными (при дозировке 1,5 л/га влажность семян сои снижалась на 4,6–6,3%; 2,0 л/га — на 2,9–4,6%). Снижение численности сорных растений составило 80,3–84,8% (2020 г.) и 78,0–84,1% (2021 г.), показатель снижения массы сорняков составил 81,1–81,8% (2020 г.) и 80,0–81,5% (2021 г.). Энергия прорастания по всем вариантам опыта имела высокие показатели — 90,0–95,0%, всхожесть — 92,0–97,0%. Отрицательного действия на урожайность семян сои десикант не оказал. В среднем урожайность сои при использовании данного десиканта при норме 1,5 л/га составляла 2,05 т/га, при норме 2,0 л/га — 2,02 т/га, контроль — 2,10 т/га. Десикация не оказала негативного влияния на количественный химический состав семян сои, который примерно совпадал с контролем. Так, в среднем содержание белка в семенах сои сорта Касатка находилось на высоком уровне — 41,5–41,7%, оптимальные значения имело и масло — 17,6–17,8%. Наиболее эффективной дозировкой десиканта «Диктатор, ВР» на посевах сои является норма 1,5 л/га.

Ключевые слова: Glycine max, сорт, десикант, влажность, всхожесть, урожайность, качество семян

Для цитирования: Левакова О.В., Гуреева Е.В. Эффективность применения десиканта «Диктатор, ВР» на посевах сои (*Glycine max*) в условиях центрально-европейской части России. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-162-166>

© Левакова О.В., Гуреева Е.В.

Effectiveness of the use of desiccant “Dictator, VR” on soybean crops (*Glycine max*) in the conditions of the Central European part of the Russia

ABSTRACT

Relevance. In the Ryazan region in recent years the acreage under soybeans has been growing. Given the ever-growing demand for soybeans as a high-protein and oilseed crop, the priority is the development of chemical methods that affect the acceleration of maturation.

Methods. A variety of soy Kasatka was taken for research. In the experiment, the effect of desiccant “Diktator, VR” (AD — 150 g/l of diquat in the form of dibromide) was studied. Experimental options: 1) “Diktator, VR” 1.5 l/ha; 2) “Diktator, VR” 2.0 l/ha; 3) control (without desiccant). The studies were carried out by field and laboratory methods using appropriate techniques.

Results. The results of the experiment showed that all the studied doses of desiccant after 2–3 days dry the leaves of the culture well. Analysis of the dynamics of the decrease in the moisture content of soybean grain showed that both dosages of “Diktator, VR” were effective (at a dosage of 1.5 l/ha, the moisture content of soybean seeds decreased by 4.6–6.3%; 2.0 l/ha — by 2.9–4.6%). The decrease in the number of weeds was 80.3–84.8% (2020) and 78.0–84.1% (2021), the reduction in the mass of weeds was 81.1–81.8% (2020) and 80.0–81.5% (2021). Germination energy in all variants of the experiment had high indicators — 90.0–95.0%, viability — 92.0–97.0%. The desiccant did not have a negative effect on the yield of soybean seeds. On average, the yield of soybeans using this desiccant at a rate of 1.5 l/ha was 2.05 t/ha, at a rate of 2.0 l/ha — 2.02 t/ha, control — 2.10 t/ha. Desiccation did not have a negative effect on the quantitative chemical composition of soybean seeds, which was approximately the same as the control. So, on average, the protein content in the soybean seeds of the Kasatka variety was at a high level — 41.5–41.7%, the oil content also was at optimal amount — 17.6–17.8%. The most effective dosage of desiccant “Diktator, VR” on soybean crops is the norm of 1.5 l/ha.

Key words: Glycine max, variety, desiccant, moisture, germination, yield, seed quality

For citation: Levakova O.V., Gureeva E.V. Effectiveness of the use of desiccant “Dictator, VR” on soybean crops (*Glycine max*) in the conditions of the Central European part of the Russia. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-162-166> (In Russian).

© Levakova O.V., Gureeva E.V.

Введение/Introduction

В Рязанском регионе в последние годы возрастают посевные площади под соей. В 2019 г. объемы производства соевых бобов выросли в 3,2 раза и составили 55,5 тыс. т (2,6% от общего сбора в ЦФО), увеличились и посевные площади под культурой — в 1,8 раза до 30,4 тыс. га [1].

С пересмотром экономических аспектов и потребностей сельхозпроизводителей возникла необходимость изменения привычных приемов возделывания сельскохозяйственных культур [2–5]. Учитывая постоянно растущую востребованность сои как высокобелковой и масличной культуры, приоритетным направлением является разработка химических методов, влияющих на ускорение созревания данной культуры. Использование химических веществ — дефолиантов и десикантов — для ускоренного созревания позднеспелых культур в настоящее время получило достаточно широкое распространение. Данные приемы обеспечивают своевременную, качественную уборку и получение семян высокого качества [6,7]. Особую популярность в последние годы приобрела десикация посевов сои перед уборкой. По данным агрохимических компаний, за прошедшие 5 лет спрос на десиканты на российском рынке вырос в 2,5 раза [8].

Основными десикантами, используемыми в современном сельскохозяйственном производстве на посевах сои, являются: дикват, глифосинат аммония и глифосат [9].

Изучение использования десикантов на сое и их влияния на урожайные, посевные и качественные показатели семян является актуальным.

Цель исследований заключалась в изучении влияния норм применения десиканта «Диктатор, ВР» на урожайность, посевные и качественные показатели семян сои.

Материалы и методы / Materials and methods

Исследования проводились в 2020–2021 гг. на полях лаборатории селекции и первичного семеноводства ИСА — филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область), расположенных в лесостепной агроклиматической зоне Нечерноземной зоны РФ. Почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу,

среднего уровня плодородия (содержание гумуса — 4,54%), со средним содержанием обменного калия и подвижного фосфора.

Для проведения исследований был взят районированный в регионе раннеспелый сорт сои Касатка. Растение детерминантное, промежуточной формы, с рыжевато-коричневым опушением. Масса 1000 семян — 120,8–130,5 г. Боб коричневый. Семена округло-удлиненные, желтые, рубчик коричневый. Содержание белка в семенах — 37,1–42,4%, жира — 17,1–23,2% [10,11].

В опыте изучали десикант «Диктатор, ВР» (действующее вещество — 150 г/л диквата в виде дибромиды) с разной нормой расхода — 1,5 и 2,0 л/га. Варианты опыта:

1. «Диктатор, ВР» 1,5 л/га.
2. «Диктатор, ВР» 2,0 л/га.
3. Контроль (без обработки).

Опрыскивание проводили ранцевым электрическим опрыскивателем «Solo» в фазе начала побурения 50–70% бобов. Расход рабочей жидкости — 250 л/га. Опрыскивание приходилось на III декаду августа при температуре воздуха 19–20 °С, скорости ветра 1–2 м/с, выпадения осадков непосредственно после обработки в первые 3–4 часа не наблюдалось.

Сорт Касатка высевали в четырехкратной повторности с густотой посева 650 тыс. растений/га на делянках учетной площадью 25 м². Агротехника — общепринятая для возделывания сои в Рязанском регионе.

Исследования проводились полевыми и лабораторными методами с использованием следующих методик: учеты сорняков по видам количественным методом на постоянных учетных площадках [12]; определение всхожести, энергии прорастания семян по ГОСТ Р 52325-2005; учет урожая методом уборки целых делянок, математическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову [13]. Определение содержания масла и белка в семенах проводилось методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна «Infratec 1241».

Погодно-климатические условия за годы исследований были контрастными по температурному режиму и влагообеспеченности и отражали особенности региона (табл. 1).

Таблица 1. Условия вегетационного периода сои, 2020–2021 гг.

Table 1. Soybean growing season conditions, 2020–2021

Год	Месяцы и декады														
	май			июнь			июль			август			сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, °С															
Среднеголетняя	10,7	12,8	14,6	15,8	16,6	17,4	18,3	18,9	19,3	18,6	16,9	15,0	13,6	11,2	8,9
2020	14,7	11,9	15,5	18,9	23,1	20,6	24,6	21,3	21,7	21,1	17,1	21,5	19,5	13,4	16,4
2021	12,8	21,2	17,4	18,1	22,5	28,9	25,0	29,6	23,2	25,6	24,3	21,1	13,7	12,7	8,7
Осадки, мм															
Среднеголетние	11,0	12,0	14,0	16,0	17,0	19,0	20,0	22,0	22,0	21,0	20,0	18,0	14,0	13,0	13,0
2020	27,7	8,1	21,3	71,0	11,7	30,2	17,9	31,2	6,4	31,9	27,6	6,5	21,7	9,9	—
2021	26,9	6,6	9,0	62,5	6,6	3,2	9,7	0	31,4	0,4	19,5	4,9	6,3	23,6	18,3
Влажность воздуха, %															
Среднеголетняя	68	66	64	68	65	65	70	70	68	72	74	76	78	80	82
2020	68	61	73	79	69	66	69,8	80,3	70,7	75,9	77,0	74,0	62,7	73,8	62,8
2021	67,8	69	65,5	79,3	68,0	51,9	61,7	50,7	59,2	56,1	65,5	65,8	73,0	72,2	74,2

Вегетационный период 2020 г. был достаточно увлажненным (ГТК = 1,34). Условия I декады мая были благоприятные для посева сои. Среднемесячная температура воздуха в данный период составила 14,7 °С, что выше на 4,0 °С среднемноголетних значений, а осадков выпало 27,7 мм, на 151,8% больше среднемноголетних значений. Максимальная температура воздуха в отдельные дни достигала 25,0 °С. Условия III декады мая были удовлетворительные для появления дружных всходов культуры. Среднесуточная температура воздуха составила 11,9 °С, что ниже на 0,9 °С среднемноголетних значений, а осадков выпало 8,1 мм, на 32,5% меньше среднемноголетних значений. Фазы роста и развития сои проходили в комфортных условиях, так как температурный режим III декады мая характеризовался умеренно прохладными условиями с достаточным количеством влаги. Такие условия способствовали формированию мощной вегетативной массы растений. В I декаде июня отмечалась прохладная погода с интенсивным увлажнением (осадков в этот момент выпало 71 мм, что в 4,5 раза больше среднемноголетних значений, ГТК составил 3,9). Летняя засуха проявлялась в I и II декадах июля, ГТК составил 0 и 0,14 соответственно, а среднемесячная температура воздуха в это время была на 5,5–8,5 °С выше среднемноголетних значений. Август характеризовался прохладными условиями с частыми дождями.

Вегетационный период 2021 г. характеризовался засушливыми условиями. Температура первой декады мая была умеренно теплой с большим выпадением осадков в этот период (превышение нормы более чем в 2 раза — 26,9 мм). Во второй половине мая произошло резкое повышение среднесуточных температурных значений и снижение количества осадков. Посев проведен 20 мая. Третья декада мая характеризовалась аналогичными метеоусловиями. Первая декада июня характеризовалась умеренным температурным режимом и обильным выпадением осадков. Осадков выпало почти в 4 раза больше нормы — 62,5 мм. II–III декады июня сопровождалось повышением температуры воздуха (превышение нормы на 5,9–11,5 °С). Среднесуточная температура за третью декаду июня составила +28,9 °С. Дневные максимальные температуры достигали +35,0 °С, а среднесуточные — +31,6 °С. В этот период наблюдался недобор осадков. Недобор осадков проявился и во II декаде июля, ГТК составил 0, а среднемесячная температура воздуха в это время была на 10,7 °С выше среднемноголетних значений. В фазу бутонизации — цветения сои отмечен повышенный температурный режим (до +33,0–35,0 °С) и дефицит осадков, что было крайне неблагоприятно для роста и развития растений. В связи с этим в экстремальных условиях растения сои быстро проходили межфазные периоды.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Результаты применения десиканта «Диктатор, ВР» с нормами расхода 1,5 и 2,0 л/га в фазу начала побурения 50–70% бобов свидетельствуют о его высокой результативности. Так, до обработки десикантом влажность семян сои составляла в среднем более 25%. Уборка при такой влажности на семенные цели недопустима, так как при последующей механической сушке резко падает всхожесть. Обмолот фуражного зерна можно начинать при влажности 12–14%, а зернадля дальнейшего хранения — 12–13% [14, 15]. А при закладке на хранение влажность семян сои не должна превышать 10%, так как она является масличной культурой и ее семена могут прогоркнуть.

Результаты опыта показали, что визуально все изучаемые дозы десиканта через 2–3 дня хорошо подсушивают листья культуры. Анализ динамики снижения влажности зерна сои (рис. 1) показал, что обе дозировки (1,5 и 2,0 л/га) «Диктатор, ВР» оказались эффективными.

Одновременно с десикацией сои на опытных делянках уничтожались сорные растения. Тип засоренности имел смешанный характер. Доминирующее распространение имели многолетние сорняки: осот розовый (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*). Перед обработкой в посевах сои численность сорняков по годам исследований в зависимости от повторности составляла 38–78 шт./м² в 2020 г. и 45–65 шт./м² в 2021 г. Десикация оказалась особенно эффективна, так как засоренность посевов сои носила средний и сильный характеры (табл. 2).

Рис. 1. Динамика снижения влажности семян сои после обработки десикантом «Диктатор, ВР» (среднее 2020–2021 гг.)

Fig. 1. Dynamics of the decrease in moisture content of soybean seeds after treatment with desiccant "Diktator, VR" (average 2020–2021)

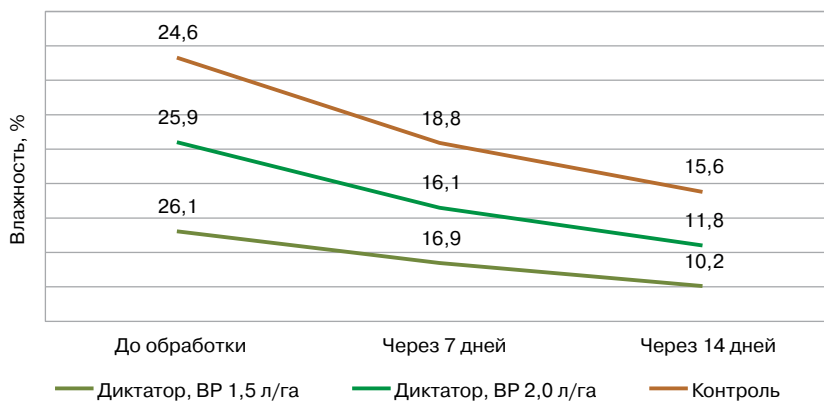


Таблица 2. Влияние десиканта «Диктатор, ВР» на засоренность посевов сои (среднее 2020–2021 гг.)

Table 2. Influence of the desiccant "Diktator, VR" on the infestation of soybean crops (average 2020–2021)

Вариант опыта	Сроки учетов	Количество сорняков		Снижение сырой массы сорняков, %
		шт./м ²	гибель, %	
1. «Диктатор, ВР» 1,5 л/га	7-й день	40–50	-	-
	14-й день	13–18	80,3–78,0	81,1–80,0
2. «Диктатор, ВР» 2,0 л/га	7-й день	44–45	-	-
	14-й день	10–13	84,8–84,1	81,8–81,5
3. Контроль	7-й день	65–78	-	-
	14-й день	66–82	-	-

Биологическая эффективность десиканта «Диктатор, ВР» по показателю снижения численности сорных растений составила 80,3% (1,5 л/га) и 84,8% (2,0 л/га) в 2020 г.; 78,0% (1,5 л/га) и 84,1% (2,0 л/га) в 2021 г. По показателю снижения массы сорняков эффективность составила: 81,1% (1,5 л/га) и 81,8% (2,0 л/га) в 2020 г.; 80,0% (1,5 л/га) и 81,5% (2,0 л/га) в 2021 г. Особо эффективной для гибели и снижения сырой массы сорной растительности была дозировка 2,0 л/га. Таким образом, десикация позволит на 6–9 дней раньше провести комбайновую уборку за счет быстрого снижения влажности семян сои в сравнении с контролем.

По результатам послеуборочных исследований, приведенных в таблице 3, видно, что энергия прорастания по всем вариантам опыта имела высокие значения и составляла от 90,0% до 95,0%. Всхожесть — от 92,0% до 97,0%.

Существует тенденция повышения данных показателей при применении десиканта. Но достоверное превышение данных контроля по данным показателям имела только дозировка 1,5 л/га. Это можно объяснить предупреждением развивающихся болезней и ранней уборкой, так как десикация снижает развитие патогенной микрофлоры.

Тенденция снижения влажности семян сои и листостебельной массы, а также процесс накопления сухого вещества в семенах тесно связан с урожайностью сои. Продуктивность культуры в контроле находилась на уровне 1,99–2,20 т/га. Прослеживается минимальная, математически незначительная тенденция снижения урожайности семян сои, особенно при повышенной норме применения. Но значимого негативного действия на урожайность семян сои данный десикант не оказал.

В среднем урожайность сои при использовании данного десиканта при норме 1,5 л/га составляла 2,05 т/га, при норме 2,0 л/га — 2,02 т/га, контроль — 2,10 т/га.

Главным качеством маслосеменных культур, в частности сои, является высокое содержание в них белка и жиров. Поэтому при десикации важно учесть не только эффект снижения влажности, но также установить влияние десиканта на качество получаемой продукции.

Приведенные на рисунке 2 данные показывают, что десикация не оказала никакого влияния на количественный химический состав семян сои, а находилась примерно на одинаковом уровне с контролем. Так, в среднем содержание белка в семенах сои сорта Касатка находилось на высоком уровне — 41,5–41,7%, оптимальные значения имело и масло — 17,6–17,8%.

Таблица 3. Влияние десиканта «Диктатор, ВР» на посевные качества и урожайность семян сои Касатка, 2020–2021 гг.

Table 3. Influence of desiccant "Diktator, VR" on sowing qualities and seed yield of Kasatka variety soybean, 2020–2021

Вариант опыта	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %		Урожайность, т/га		
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	средняя
1. «Диктатор, ВР» 1,5 л/га	93	95	96	97	1,94	2,16	2,05
2. «Диктатор, ВР» 2,0 л/га	92	93	94	95	1,92	2,30	2,02
3. Контроль	90	92	92	94	1,99	2,20	2,10
НСР ₀₅	2,04	2,31	2,14	1,76	0,12	0,68	-

Рис. 2. Содержание белка и масла в семенах сои при обработке десикантом «Диктатор, ВР» (среднее 2020–2021 гг.)

Fig. 2. Protein and oil content of soybean seeds treated with "Diktator, VR" (average 2020–2021)

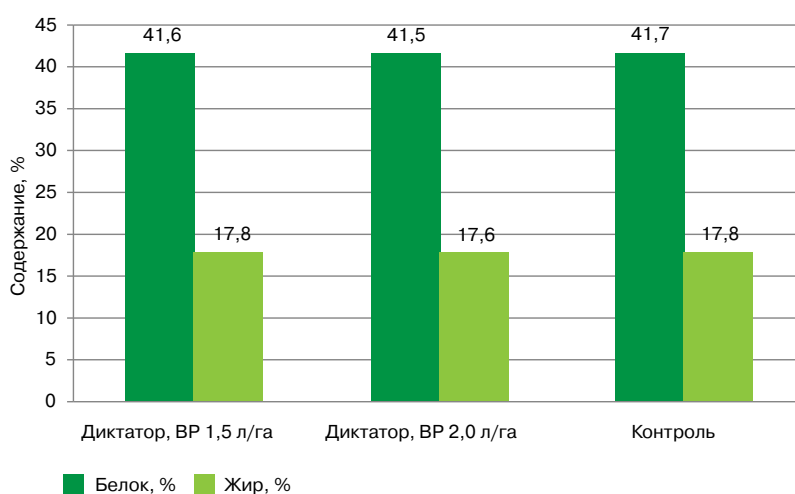


Таблица 4. Сбор протеина и масла из семян сои Касатка в зависимости от применения десиканта «Диктатор, ВР» (среднее 2020–2021 гг.)

Table 4. Gathering of protein and oil of soybean seeds of Kasatkavariety, depending on the application of the desiccant "Diktator, VR" (average 2020–2021)

Вариант опыта	Средняя урожайность, т/га (переведенная на стандартную влажность семян сои)	Средний сбор протеина, кг/га	Средний сбор масла, кг/га
1. «Диктатор, ВР» 1,5 л/га	2,14	667,7	285,7
2. «Диктатор, ВР» 2,0 л/га	2,07	644,3	273,2
3. Контроль	2,06	644,3	275,0

При переводе средней урожайности семян сои Касатка за годы исследований к стандартной влажности (14%) по сбору белка и масла с 1 га выгодно выделился вариант десиканта с дозировкой 1,5 л/га (табл. 4). Так, в сравнении с контролем и десикантом «Диктатор, ВР» с дозировкой 2,0 л/га средний сбор протеина увеличился на 23,4 кг/га, а сбор масла — на 10,7–12,5 кг/га.

Выводы/ Conclusion

Проведение предуборочной десикации препаратом «Диктатор, ВР» на посевах сои сорта Касатка в фазу начала побурения 50–70% бобов в условиях Рязанской области обеспечило высокую биологическую эффективность, способствующую ускоренному созреванию и улучшению условий комбайновой уборки. Влажность

семян культуры перед уборкой при использовании десиканта «Диктатор, ВР» в дозировке 1,5 л/га снижалась на 4,6–6,3%; 2,0 л/га — на 2,9–4,6%.

Десикант значительно снизил численность и массу сорных растений, что благоприятно сказалось на комбайновой уборке культуры. Десикация посевов сои не

повлияла на энергию прорастания и всхожесть семян. Содержание масла и белка в семенах данной культуры находилось на уровне контроля. На основании исследований можно утверждать, что наиболее эффективной дозировкой десиканта «Диктатор, ВР» на посевах сои является норма 1,5 л/га.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство продукции растениеводства в Рязанской области. Режим доступа: <https://www.ryazagro.ru/spheres/> [Дата обращения: 30.03.2022].
2. Левакова О.В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. *Аграрная наука*. 2021; 346 (3): 70–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
3. Лысенко Н.Н. Гербициды в посевах сои. *Вестник ОрелГАУ*. 2018; 2 (71). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/gerbitsidy-v-posevah-soi> [Дата обращения: 05.04.2022]. <http://dx.doi.org/10.15217/48484>
4. Миленко О.Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами. *Известия ТСХА*. 2019; 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-agrofitotsenoza-soi-v-zavisimosti-ot-sorta-norm-vyseva-semyan-i-sposobov-uhoda-za-posevami-1> [Дата обращения: 30.03.2022].
5. Левакова О.В., Гладышева О.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность нового сорта ярового ячменя Знатный в Нечерноземной зоне РФ. *Зерновое хозяйство России*. 2021; 4(76): 86–90. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-76-4-86-90>
6. Юркова Р.Е., Докучаева Л.М. Современное состояние производства сои в России. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2019; 2(74): 8–13.
7. Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Влияние десикантов на влажность зерна и сроки созревания сои сорта Светлая. *Аграрная наука*. 2022; 355 (1): 90–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-90-92>
8. Высокоэффективный десикант для предуборочного высушивания и уничтожения сорняков. Режим доступа: <http://himagromarketing.ru/ru/news/desikant-diquat.html> [Дата обращения: 30.03.2022].
9. Соя: десикация посевов. Режим доступа: <https://propozitsiya.com/soya-desikaciya-posevov> [Дата обращения: 30.03.2022].
10. Касатка — сорт растения Соя. Режим доступа: <https://dachadacha.ru/sorta/soya/kasatka> [Дата обращения: 30.03.2022].
11. Гуреева Е.В., Фомина Т.А., Веневцев В.З. Усовершенствованная технология возделывания раннеспелого сорта сои Касатка в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Методическое пособие. *Рязань*. 2013. 35 с.
12. Методические указания по испытанию гербицидов в растениеводстве / под ред. Воеводина А.В. — М.: «Колос». 1969. 40 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: *Агропромиздат*. 1985. 185 с.
14. Смолянинов Ю.Н. Пути совершенствования технологии послеуборочной обработки зерна. *Бюллетень науки и практики*. 2017; 11 (24). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-sovershenstvovaniya-tehnologii-posleuborochnoy-obrabotki-zerna> [Дата обращения: 21.03.2022].
15. Кувшинов А.А., Сахаров В.А., Мазнев Д.С. Совершенствование очесывающего устройства для уборки сои. *Бюллетень науки и практики*. 2018; 8. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-ochesyvayuschego-ustroystva-dlya-uborki-soi> [Дата обращения: 21.03.2022].

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Викторовна Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 1. ул. Парковая. с. Подвьязь, Рязанская область, 390502, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-5400-669X>

Елена Васильевна Гуреева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 1. ул. Парковая. с. Подвьязь, Рязанская область, 390502, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-1740-7937>

REFERENCES

1. Ministry of Agriculture and Food of the Ryazan region. Production of crop production in the Ryazan region. Available from: <https://www.ryazagro.ru/spheres/> [Accessed March 30, 2022]. (In Russian.)
2. Levakova O.V. Responsiveness of a new variety of spring barley Noble to the seeding rate in the conditions of the Ryazan region. *Agrarnaya nauka*. 2021; 346 (3): 70-73. (In Russian.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
3. Lysenko NN. Herbicides in soybean crops. *Vestnik OreIGAU*. 2018; 2 (71). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/gerbitsidy-v-posevah-soi> [Accessed April 5, 2022]. (In Russian.) <http://dx.doi.org/10.15217/48484>
4. Milenko OG. Productivity of soybean agrophytocenosis depending on the variety, seeding rates and methods of crop care. *Izvestiya TSKhA*. 2019; 1. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-agrofitotsenoza-soi-v-zavisimosti-ot-sorta-norm-vyseva-semyan-i-sposobov-uhoda-za-posevami-1> [Accessed March 30, 2022]. (In Russian.)
5. Levakova O.V., Gladysheva O.V. The effect of mineral fertilizers on the productivity of a new variety of spring barley Noble in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2021; 4(76): 86–90. (In Russian.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-76-4-86-90>
6. Yurkova R. E., Dokuchaeva L. M. The current state of soybean production in Russian. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*. 2019; 2(74): 8-13. (In Russian.)
7. Zakharova M.N., Rozhkova L.V. The effect of desiccants on grain moisture and the maturation period of soy varieties Svetlaia. *Agrarnaya nauka*. 2022; 355 (1): 90-92. (In Russian.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-355-1-90-92>
8. Highly effective desiccant for pre-harvest drying and weed destruction. Available from: <http://himagromarketing.ru/ru/news/desikant-diquat.html> [Accessed March 30, 2022]. (In Russian.)
9. Soy: desiccation of crops. Available from: <https://propozitsiya.com/soya-desikaciya-posevov> [Accessed March 30, 2022]. (In Russian.)
10. Kasatka is a variety of Soybean plant. Available from: <https://dachadacha.ru/sorta/soya/kasatka> [Accessed March 30, 2022]. (In Russian.)
11. Gureeva E.V., Fomina T.A., Venetsev V.Z. Improved technology of cultivation of early-ripening soybean variety Killer whale in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. Methodical manual. *Ryazan*. 2013. 35 p. (In Russian.)
12. Methodological guidelines for testing herbicides in crop production / ed. Vojvodina A.V. — M.: «Kolos». 1969. 40 p. (In Russian.)
13. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M.: *Agropromizdat*. 1985. 185 p. (In Russian.)
14. Smolyaninov YuN. Ways to improve the technology of post-harvest grain processing. *Byulleten' nauki i praktiki*. 2017; 11 (24). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-sovershenstvovaniya-tehnologii-posleuborochnoy-obrabotki-zerna> [Accessed March 21, 2022]. (In Russian.)
15. Kuvshinov AA, Sakharov BA, Maznev DS. Improvement of the combing device for harvesting soybeans. *Byulleten' nauki i praktiki*. 2018; 8. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-ochesyvayuschego-ustroystva-dlya-uborki-soi> [Accessed March 21, 2022]. (In Russian.)

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Viktorovna Levakova, Candidate of agricultural sciences, leading researcher, Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", 1. st. Parkovay, Podvyazye village, Ryazan region, 390502, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-5400-669X>

Elena Vasilievna Gureeva, Candidate of agricultural sciences, leading researcher, Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", 1. st. Parkovay, Podvyazye village, Ryazan region, 390502, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-1740-7937>

УДК 631.171:632.915:004.93

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-167-171

А.Г. Аксенов,
В.С. Тетерин, ✉
А.Ю. Овчинников,
Н.С. Панферов,
С.А. Пехнов

Федеральный научный агроинженерный
центр ВИМ, Москва, Российская
Федерация

✉ v.s.teterin@mail.ru

Поступила в редакцию:
25.03.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-167-171

Alexander G. Aksenov,
Vladimir S. Teterin, ✉
Alexey Yu. Ovchinnikov,
Nikolay S. Panfyorov,
Sergey A. Pehnov

Federal Scientific Agroengineering Center
VIM, Moscow, Russian Federation

✉ v.s.teterin@mail.ru

Received by the editorial office:
25.03.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Использование нейронной сети для выявления больных растений картофеля

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для получения высококачественного семенного материала семеноводческие хозяйства должны уделять большое внимание технологиям возделывания культуры. При этом важную роль играет выполнение такого селекционного мероприятия, как фитопочистка селекционных и семенных делянок с целью выявления и устранения зараженных растений. Однако стоит отметить тот факт, что для осуществления подобного мероприятия требуется наличие высококвалифицированных специалистов, способных выявлять заболевания растений на ранних стадиях. Однако в настоящее время в сельском хозяйстве наблюдается дефицит подобных сотрудников, в связи с чем актуальной задачей является разработка инновационных цифровых технологий, направленных на выявление зараженных растений. В настоящее время активно развиваются технологии машинного зрения и нейронных сетей, предназначенные для решения подобных задач.

Методы. В рамках исследований были проанализированы существующие технологии машинного зрения, а также разработанные технологии машинного обучения. Затем по результатам проведенного анализа был разработан программный комплекс на основе сверточной нейронной сети. В ходе обучения и тестирования нейронной сети использовались технологии кадрирования, методы аффинного преобразования, информационно-логического анализа исходной информации.

Результаты. Для определения качества работы программного комплекса по выявлению заболевших растений картофеля была проведена серия испытаний. В ходе исследований оценивалось, с какой точностью производилось распределение растений в ту или иную группу. Анализ полученных результатов показал, что выбранная конструкция нейронной сети успешно справилась с поставленной экспериментальной задачей. При этом для дальнейшего развития данного направления необходимо создать обширную информационную базу по заболеваниям картофеля, что позволит в перспективе разработать программно-аппаратный комплекс по анализу посадок картофеля и выявлению зараженных растений в режиме реального времени.

Ключевые слова: определение заболеваний картофеля, фитопочистка, машинное обучение, нейронные сети, машинное зрение, возделывание семенного картофеля

Для цитирования: Аксенов А.Г., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С., Пехнов С.А. Использование нейронной сети для выявления больных растений картофеля. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-167-171>

© Аксенов А.Г., Тетерин В.С., Овчинников А.Ю., Панферов Н.С., Пехнов С.А.

Using a neural network to identify diseased potato plants

ABSTRACT

Relevance. In order to obtain high-quality seed material, seed farms should pay great attention to crop cultivation technologies. At the same time, an important role is played by the implementation of such breeding measure as phyto-cleaning of breeding and seed plots, in order to identify and eliminate infected plants. However, it is worth noting the fact that the implementation of such measure requires the presence of highly qualified specialists capable of detecting plant diseases at early stages. However, currently there is a shortage of such employees in agriculture, and therefore the development of innovative digital technologies aimed at detecting infected plants is an urgent task. Currently, machine vision and neural network technologies designed to solve such problems are actively developing.

Methods. As part of the research, existing machine vision technologies were analyzed, as well as developed machine learning technologies. Then, based on the analysis, a software package based on a convolutional neural network was developed. During the training and testing of the neural network, framing technologies, affine transformation methods, information and logical analysis of the initial information were used.

Results. To determine the quality of the software package for the identification of diseased potato plants, a series of tests was conducted. During the research, the accuracy with which the distribution of plants to a particular group was carried out was evaluated. The analysis of the results showed that the chosen neural network design successfully coped with the experimental task. At the same time, for the further development of this direction, it is necessary to create an extensive information base on potato diseases. That will allow in the future to develop a software and hardware complex for the analysis of potato plantings and the identification of infected plants in real time.

Key words: determination of potato diseases, phyto-cleaning, machine learning, neural networks, machine vision, cultivation of potato seed

For citation: Aksenov A.G., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panfyorov N.S., Pehnov S.A. Using a neural network to identify diseased potato plants. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-167-171> (In Russian).

© Aksenov A.G., Teterin V.S., Ovchinnikov A.Yu., Panfyorov N.S., Pehnov S.A.

Введение/Introduction

При возделывании семенного картофеля основная цель, которая ставится перед семеноводческими хозяйствами, — это получение семенного материала, соответствующего нормативным документам РФ. Получаемые семенные клубни должны быть здоровыми, целыми и с окрепшей кожурой, в семенном материале не допускается наличие вредителей, семян сорняков, болезней, а также не допускаются к посадке клубни с признаками «удушья», с ожогами, подмороженные и т.д., согласно ГОСТ Р 53136-2008.

Поэтому важное значение имеет комплекс агротехнических приемов, направленных на ограничение распространения грибковых, вирусных и бактериальных инфекций в процессе роста и развития растений. Так, растения картофеля, возделываемого на семенных делянках, должны соответствовать морфологическим признакам, характерным для данного сорта, быть однородными по росту и развитию, листья должны иметь однородный окрас, без признаков крапчатости, скручивания или закручивания, складчатости [2].

В связи с этим для повышения качества получаемого семенного материала и, как следствие, сбора высококонкурентной продукции в долгосрочной перспективе, производятся фитопрочистки посадок выращиваемого семенного материала. На данный момент основная часть фитопрочисток производится вручную специально обученными людьми, при этом механизация данного процесса ограничивается производством машин, предназначенных для перевозки работников, которые и производят инспекцию посадок, удаление и сборку растений [3].

Растения, пораженные болезнями или вредителями, как правило, можно определить визуально, с этой целью данные операции выполняются специалистами, обученными диагностировать вредителей и болезни путем визуального осмотра или проведения лабораторных анализов образцов растений. Однако этот подход имеет ряд ограничений:

1. Обучение таких специалистов затратно экономически и занимает много времени.
2. Требуется высокий уровень знаний, чтобы различать заболевания с визуально схожими характеристиками [4–8]. В таких случаях даже высококвалифицированный специалист может поставить неправильный диагноз из-за усталости, плохого освещения или плохого зрения. Более того, отдельные эксперты часто являются специалистами по небольшому набору заболеваний.
3. Фермеры и специалисты могут быть не в состоянии правильно распознать неместные болезни и вредителей [9, 10].

Использование автоматизированных алгоритмов обработки изображений для обнаружения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур является активной областью исследований, направленных на преодоление этих ограничений. Расширение возможностей и доступность цифровых камер и вычислительного оборудования в сочетании со снижением их стоимости означает, что цифровые методы обработки изображений могут стать альтернативой ручному труду в этой области.

Машинное зрение включает в себя компьютеризированную обработку и анализ изображений, снятых с использованием широкого спектра датчиков, в том числе камер видимого света, инфракрасных устройств формирования изображений и датчиков, работающих в различных диапазонах электромагнитного спектра.

Ранние работы основывались на классических процедурах обработки изображений и «ручном» извлечении признаков из изображений листьев. Затем эти признаки использовались для обучения неглубоких алгоритмов классификатора, таких как метод опорных векторов (SVM), анализ основных компонентов (PCA), классификация по методу максимального правдоподобия (MLC), метод К-ближайших соседей (KNN), наивный байесовский анализ (NB), деревья решений (DT), случайный лес (RF) и искусственные нейронные сети (ANN) [4, 5, 7, 10–14]. Более поздние работы были сосредоточены на разработке архитектур сверхточной нейронной сети (CNN) с глубоким обучением для автоматического извлечения признаков и классификации изображений [15–21].

Эта тенденция обусловлена тремя основными факторами:

- наличие больших наборов данных;
- адаптация многоядерных графических процессоров (GPU) к обучению глубоких нейронных сетей;
- разработка вспомогательных программных библиотек, таких как Compute Unified Device Architecture (CUDA) от корпорации «Nvidia».

Таким образом, использование технологий цифровой обработки изображения с целью фитопрочистки овощных культур является перспективным направлением исследований. С развитием данного направления появляется все больше новой информации об успешном применении технологий машинного зрения в рамках фитопрочистки культурных растений. Наиболее актуальным направлением развития в данной области представляется использование нейронных сетей глубокого обучения.

Материалы и методы/Materials and methods

В ходе проведенных исследований были проанализированы существующие технологии машинного зрения, а также разработанные технологии машинного обучения, используемые в растениеводстве для фенотипирования, генотипирования и определения заболеваний растений. На основе проведенных исследований была выбрана наиболее подходящая архитектура нейронной сети.

В ходе обучения и тестирования нейронной сети использовались технологии кадрирования, методы аффинного преобразования, информационно-логического анализа исходной информации.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Исходя из проведенного анализа существующих технологий машинного обучения был разработан программный комплекс на основе сверхточной нейронной сети ResNet34, предназначенной для анализа изображений и последующего определения заболевших растений картофеля. Используемая нейронная сеть обладает 34 слоями.

Традиционная сверточная нейронная сеть или полносвязная нейронная сеть характеризуются потерей информации и другими проблемами при передаче данных, что приведет к исчезновению или всплеску градиента, а последнее, в свою очередь, способно вызывать проблемы при обучении. Нейронная сеть на основе архитектуры ResNet в определенной степени решает эту проблему. Она защищает целостность данных, напрямую обходя входную информацию и выводя ее. Всеи сети нужно только изучить часть разницы между входом и выходом, что упрощает ее обучение.

Стоит отметить, что для работы с нейронными сетями требуется наличие достаточно больших вычислительных мощностей графического процессора GPU. Использование именно графических процессоров для обучения нейронных сетей связано в первую очередь с различием архитектуры их построения в сравнении с центральными процессорами CPU. Графические процессоры, благодаря архитектуре своего ядра, эффективно справляются с большим количеством несложных однотипных задач, в связи с чем обладают высокой производительностью.

Стоит также обратить внимание на то, что обучение нейронных сетей на CPU способно занять несколько месяцев, в то время как графические процессоры с данной задачей способны справиться за несколько дней. При этом GPU обладают меньшим энергопотреблением.

Быстрое обучение нейронных сетей на графических процессорах связано в первую очередь с их особенностью решать параллельно несколько задач, а сами нейронные сети представляют собой параллельные алгоритмы. Кроме того, графические процессоры оптимизированы для матричных операций и ускоряют их — а матричные операции необходимы нейронным сетям для получения результата.

В связи с этим для реализации нейронной сети, основанной на архитектуре ResNet34, ее тренировки и проведения испытаний по ее применимости для определения здоровых и заболевших растений картофеля был использован сервис Google Collaboratory. Данный ресурс представляет собой облачный сервис, позволяющий получить удаленный доступ к машине с подключенной видеокартой.

Для корректной тренировки нейронной сети на изображениях листьев и растений картофеля к фотографиям применяются следующие требования:

- отсутствие на изображениях посторонних объектов;
- высота, на которой делаются снимки, должна быть постоянной;
- светочувствительность камеры (ISO) настраивается так, чтобы не было белых пятен на изображении (засветок).

В качестве тренировочной выборки была использована библиотека, состоящая из 200 фотографий заболевших листьев картофеля и 200 фотографий здоровых листьев картофеля, примеры изображения заболевших и здоровых листьев (растений) картофеля представлены на рисунках 1 и 2.

Рис. 1. Изображения заболевшего листа картофеля

Fig. 1. Images of a diseased potato leaf



Рис. 2. Изображение здоровых листьев картофеля

Fig. 2. Image of healthy potato leaves

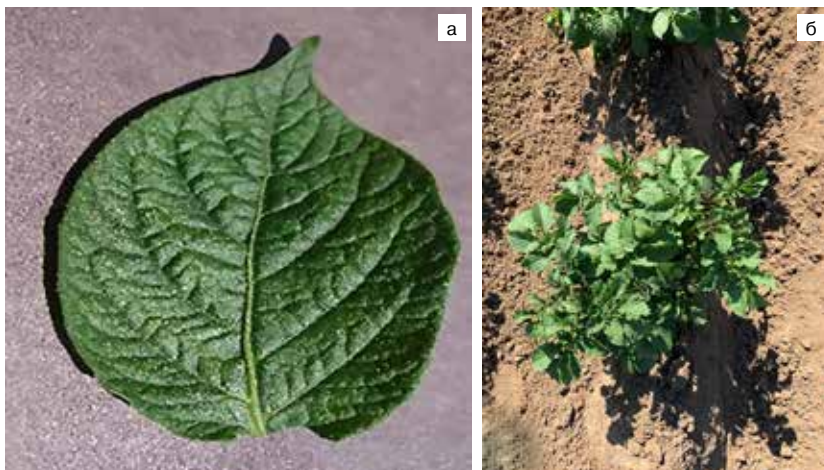


Рис. 3. Примеры здоровых и заболевших растений из тестовой выборки

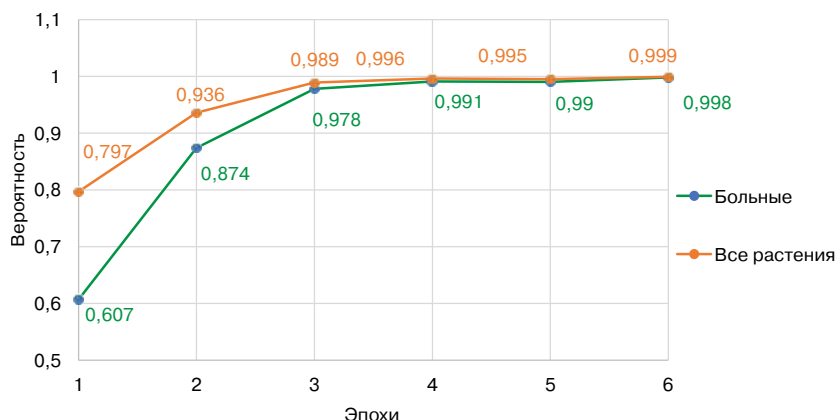
Fig. 3. Examples of healthy and diseased plants from the test sample



Стоит заметить, что из 200 фотографий больных и здоровых растений 49 изображений были собраны собственными силами (рис. 1б, 2б), остальные изображения больных и здоровых листьев были взяты из библиотеки изображений листьев картофеля PlantVillage (рис. 1а, 2а).

Рис. 4. График зависимости точности распределения от количества пройденных эпох обучения

Fig. 4. Graph of the dependence of the accuracy of the distribution on the number of training epochs passed



Для определения качества работы программного комплекса по выявлению заболевших растений картофеля была проведена серия испытаний. Для этого была подготовлена тестовая выборка фотографий, не участвовавших в обучении нейронной сети. В нее вошли по 25 фотографий здоровых и больных растений, которые были собраны собственными силами (рис. 3). Каждая из фотографий подверглась трехкратному аффинному преобразованию, что позволило искусственно увеличить объем тестовой выборки.

В ходе исследований оценивалось, с какой точностью производилось распределение растений в ту или иную группу. Полученные вероятности заносились в таблицу. На основании полученных данных была построена графическая зависимость, показывающая среднее значение точности распределения исходя из количества эпох обучения (рис. 4).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Анализ графиков показывает, что точность классификации растений на первой эпохе составила 0,797, или 79,7%, для всех растений, при этом корректность распознавания заболевших растений составляла 0,607, или 60,7%. Стоит отметить, что уже на данной эпохе корректность распознавания здоровых растений составляла 99,9%. С увеличением количества проведенных эпох обучения наблюдается рост корректных распознаваний, так, уже на четвертой эпохе корректность распознавания для всех растений составляет более 99,5%, а на шестой эпохе данный показатель достигает 99,9% для всех растений и 99,8% — для зараженных.

Выводы/Conclusion

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что используемая сверточная нейронная сеть ResNet34 на высоком уровне справилась с экспериментальной задачей. В свою очередь, для дальнейшего обучения нейронной сети необходимо создать обширную информационную базу по заболеваниям картофеля.

Кроме того, в связи с активно развивающимися технологиями машинного зрения и потребностью семеноводческих хозяйств и научно-исследовательских институтов в машинах для проведения фитопроцесток, необходима разработка программно-аппаратного комплекса по анализу посадок картофеля и выявлению зараженных растений в режиме реального времени, что позволит повысить качество проводимых работ.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зейрук В.Н., Васильева С.В., Новикова И.И., Белякова Н.А., Деревягина М.К., Белов Г.Л. Перспективы развития экологических приемов защиты картофеля от болезней и вредителей. *Аграрная наука*. 2019;3:54-59
2. Старовойтова О. А., Жевора С. В., Старовойтов В. И. [и др.] Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля. — Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-7367-1433-9
3. Передовые методы диагностики патогенов картофеля / С. В. Жевора, В. Н. Зейрук, Г. Л. Белов [и др.]. — Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. — 92 с. — ISBN 978-5-7367-1504-6
4. Islam M. et al. Detection of potato diseases using image segmentation and multiclass support vector machine //2017 IEEE 30th canadian conference on electrical and computer engineering (CCECE). — IEEE, 2017. — С. 1-4
5. Wang H. et al. Image recognition of plant diseases based on backpropagation networks //2012 5th International Congress on Image and Signal Pro-cessing. — IEEE, 2012. — С. 894-900
6. Liu B. et al. Identification of apple leaf diseases based on deep convolutional neural networks //Symmetry. — 2018. — Т. 10. — №. 1. — С. 11.
7. Qin F. et al. Identification of alfalfa leaf diseases using image recognition technology //PLoS One. — 2016. — Т. 11. — №. 12. — С. e0168274.

REFERENCES

1. Zeyruk V.N., Vasilyeva S.V., Novikova I.I., Belyakova N.A., Derevyagina M.K., Belov G.L. Prospects of development of ecological methods of potato protection from diseases and pests. *Agrarian science*. 2019;3:54-59. (In Russian.)
2. Starovoitova O.A., Zhevora S.V., Starovoitov V.I. and ets. Competitive technologies of seed production, potato production and storage Moskva: Russianian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-industrial complex, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-7367-1433-9 (In Russian.)
3. Zhevora S. V., Zeiruk V. N., Belov G. L. [et al.] Advanced diagnostic methods for potato pathogens Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical support of the agro-industrial complex, 2019. — 92 с. — ISBN 978-5-7367-1504-6. (In Russian.)
4. Islam M. et al. Detection of potato diseases using image segmentation and multiclass support vector machine //2017 IEEE 30th canadian conference on electrical and computer engineering (CCECE). — IEEE, 2017. — С. 1-4
5. Wang H. et al. Image recognition of plant diseases based on backpropagation networks //2012 5th International Congress on Image and Signal Pro-cessing. — IEEE, 2012. — С. 894-900
6. Liu B. et al. Identification of apple leaf diseases based on deep convolutional neural networks //Symmetry. — 2018. — Т. 10. — №. 1. — С. 11.
7. Qin F. et al. Identification of alfalfa leaf diseases using image recognition technology //PLoS One. — 2016. — Т. 11. — №. 12. — С. e0168274.

8. Cruz A. C. et al. X-FIDO: An effective application for detecting olive quick decline syndrome with deep learning and data fusion //Frontiers in plant science. — 2017. — Т. 8. — С. 1741.
9. Anand R., Veni S., Aravinth J. An application of image processing tech-niques for detection of diseases on brinjal leaves using k-means clustering method //2016 international conference on recent trends in information tech-nology (ICRTIT). — IEEE, 2016. — С. 1-6.
10. Johannes A. et al. Automatic plant disease diagnosis using mobile capture devices, applied on a wheat use case //Computers and electronics in agriculture. — 2017. — Т. 138. — С. 200-209.
11. Krithika N., Selvarani A. G. An individual grape leaf disease identification using leaf skeletons and KNN classification //2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS). — IEEE, 2017. — С. 1-5.
12. Es-saady Y. et al. Automatic recognition of plant leaves diseases based on serial combination of two SVM classifiers //2016 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT). — IEEE, 2016. — С. 561-566.
13. Rothe P. R., Kshirsagar R. V. Automated extraction of digital images features of three kinds of cotton leaf diseases //2014 International Conference on Electronics, Communication and Computational Engineering (ICECCE). — IEEE, 2014. — С. 67-71.
14. Padol P. B., Sawant S. D. Fusion classification technique used to detect downy and Powdery Mildew grape leaf diseases //2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC). — IEEE, 2016. — С. 298-301.
15. Fuentes A. et al. A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition //Sensors. — 2017. — Т. 17. — №. 9. — С. 2022.
16. Barbedo J. G. A. Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition //Biosystems engineering. — 2018. — Т. 172. — С. 84-91.
17. Barbedo J. G. A. Plant disease identification from individual lesions and spots using deep learning //Biosystems Engineering. — 2019. — Т. 180. — С. 96-107.
18. Nachtigall L. G., Araujo R. M., Nachtigall G. R. Classification of apple tree disorders using convolutional neural networks //2016 IEEE 28th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI). — IEEE, 2016. — С. 472-476.
19. Liu B. et al. Identification of apple leaf diseases based on deep convolutional neural networks //Symmetry. — 2018. — Т. 10. — №. 1. — С. 11.
20. Cruz A. C. et al. X-FIDO: An effective application for detecting olive quick decline syndrome with deep learning and data fusion //Frontiers in plant science. — 2017. — Т. 8. — С. 1741.
21. Dhakal A., Shakya S. Image-based plant disease detection with deep learning //International Journal of Computer Trends and Technology. — 2018. — Т. 61. — №. 1. — С. 26-29.
8. Cruz A. C. et al. X-FIDO: An effective application for detecting olive quick decline syndrome with deep learning and data fusion //Frontiers in plant science. — 2017. — Т. 8. — С. 1741.
9. Anand R., Veni S., Aravinth J. An application of image processing tech-niques for detection of diseases on brinjal leaves using k-means clustering method //2016 international conference on recent trends in information tech-nology (ICRTIT). — IEEE, 2016. — С. 1-6.
10. Johannes A. et al. Automatic plant disease diagnosis using mobile capture devices, applied on a wheat use case //Computers and electronics in agriculture. — 2017. — Т. 138. — С. 200-209.
11. Krithika N., Selvarani A. G. An individual grape leaf disease identification using leaf skeletons and KNN classification //2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS). — IEEE, 2017. — С. 1-5.
12. Es-saady Y. et al. Automatic recognition of plant leaves diseases based on serial combination of two SVM classifiers //2016 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT). — IEEE, 2016. — С. 561-566.
13. Rothe P. R., Kshirsagar R. V. Automated extraction of digital images features of three kinds of cotton leaf diseases //2014 International Conference on Electronics, Communication and Computational Engineering (ICECCE). — IEEE, 2014. — С. 67-71.
14. Padol P. B., Sawant S. D. Fusion classification technique used to detect downy and Powdery Mildew grape leaf diseases //2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC). — IEEE, 2016. — С. 298-301.
15. Fuentes A. et al. A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition //Sensors. — 2017. — Т. 17. — №. 9. — С. 2022.
16. Barbedo J. G. A. Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition //Biosystems engineering. — 2018. — Т. 172. — С. 84-91.
17. Barbedo J. G. A. Plant disease identification from individual lesions and spots using deep learning //Biosystems Engineering. — 2019. — Т. 180. — С. 96-107.
18. Nachtigall L. G., Araujo R. M., Nachtigall G. R. Classification of apple tree disorders using convolutional neural networks //2016 IEEE 28th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI). — IEEE, 2016. — С. 472-476.
19. Liu B. et al. Identification of apple leaf diseases based on deep convolutional neural networks //Symmetry. — 2018. — Т. 10. — №. 1. — С. 11.
20. Cruz A. C. et al. X-FIDO: An effective application for detecting olive quick decline syndrome with deep learning and data fusion //Frontiers in plant science. — 2017. — Т. 8. — С. 1741.
21. Dhakal A., Shakya S. Image-based plant disease detection with deep learning //International Journal of Computer Trends and Technology. — 2018. — Т. 61. — №. 1. — С. 26-29.

ОБ АВТОРАХ:

Александр Геннадьевич Аксенов,
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства»
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.
ORCID: 0000-0002-9546-7695
E-mail: 1053vim@mail.ru

Владимир Сергеевич Тетерин,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства»
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.
ORCID: 0000-0001-8116-723X
E-mail: v.s.teterin@mail.ru

Алексей Юрьевич Овчинников,
младший научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства»
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
ORCID: 0000-0002-2188-1527
E-mail: aleksovchinn@gmail.com

Николай Сергеевич Панферов,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства»
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.
ORCID: 0 0000-0001-7431-7834
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru

Сергей Александрович Пехнов,
старший научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства»
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.
ORCID: 0000-0001-9471-6074
E-mail: pehnov@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Gennadievich Aksenov,
D.Sc. (Engineering), leading researcher of the department "Technologies and machines for vegetable growing"
Federal Scientific Agroengineering Center VIM.
ORCID: 0000-0002-9546-7695
E-mail: 1053vim@mail.ru

Vladimir Sergeevich Teterin, PhD (Engineering), Senior researcher of the department "Technologies and machines for vegetable growing"
Federal Scientific Agroengineering Center VIM.
ORCID: 0000-0001-8116-723X
E-mail: v.s.teterin@mail.ru

Alexey Yuryevich Ovchinnikov,
junior researcher of the department "Technologies and machines for vegetable growing"
Federal Scientific Agroengineering Center VIM.
ORCID: 0000-0002-2188-1527
E-mail: aleksovchinn@gmail.com

Nikolay Sergeevich Panferov,
PhD (Engineering), Senior researcher of the department "Technologies and machines for vegetable growing"
Federal Scientific Agroengineering Center VIM.
ORCID: 0 0000-0001-7431-7834
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru

Sergey Alexandrovich Pehnov,
senior researcher at the Department "Technologies and Machines for Vegetable Growing"
Federal Scientific Agroengineering Center VIM".
ORCID: 0000-0001-9471-6074
E-mail: pehnov@mail.ru

Н. В. Пролетова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Российская Федерация

✉ science.trk@fncl.ru

Поступила в редакцию:
05.03.2022Одобрена после рецензирования:
02.08.2022Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



 Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-172-177

Nataliya V. Proletova

Federal Scientific Center of Bast Cultures,
Tver, Russian Federation

✉ science.trk@fncl.ru

Received by the editorial office:
05.03.2022Accepted in revised:
02.08.2022Accepted for publication:
22.08.2022

Зависимость морфогенеза льна *in vitro* в селективных условиях от минерального состава среды

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Лен-долгунец — *Linum usitatissimum* L. — одна из основных лубяных культур, которую широко возделывают в различных странах мира для производства волокна и масла. До революции Россия была главным производителем этой культуры в мире (80% мировых посевов, 70% всего сбора — до 360 тыс. т), однако на сегодняшний день Российская Федерация сдает позиции. Этому способствует ряд причин. Одной из них является то, что возделываемые сорта льна-долгунца не в полной мере соответствуют требованиям сельхозпроизводителей. Поражаемость льна грибными болезнями составляет основную трудность в получении стабильно высоких урожаев волокна и семян, сохранении их товарности и, соответственно, качества получаемой продукции. Ежегодная потеря урожая льнопродукции от болезней составляет более 40%. Ситуация усугубляется появлением резистентных изолятов фитопатогенов, что делает нецелесообразным регулярное использование фунгицидов. Поражение посевов льна грибами рода *Colletotrichum lini* Manns et Bolley приводит к снижению урожая волокна на 20–35% и накоплению инфекции. Отбор устойчивых к антракнозу форм льна традиционными методами сопровождается определенными трудностями.

Методы. Основными методами, используемыми в исследованиях, являлись: микробиологические, клеточная селекция, культура незрелых зародышей и гипокотильных сегментов.

Результаты. Для получения культуральных фильтратов штаммов гриба — возбудителя антракноза льна возможно использование питательных сред Гамборга, MS, Sh-2, не содержащих витамины, хелатный комплекс, фитогормоны. Установлена зависимость формирования морфогенного каллуса на основе первичных эксплантов от морфогенетического потенциала генотипа. Формирование морфогенного каллуса в селективных условиях находилось в зависимости от минерального состава селективной среды. Среда Гамборга менее других подходила для проведения исследований по селекции *in vitro*. Установлен высокий морфогенетический потенциал у линий Л 2053-5-11 и Л 957-8-7.

Ключевые слова: лен, питательная среда, селективная среда, культуральный фильтрат, незрелые зародыши, гипокотильные сегменты, морфогенный каллус

Для цитирования: Пролетова Н. В. Зависимость морфогенеза льна *in vitro* в селективных условиях от минерального состава среды. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-172-177>

© Пролетова Н. В.

Influence of the mineral composition of a selective environment on flax morphogenesis *in vitro* culture

ABSTRACT

Relevance. Fiber flax — *Linum usitatissimum* L. — is one of the main bast crops, which is widely cultivated in various countries of the world for the production of fiber and oil. Before the revolution, Russia was the main producer of this crop in the world (80% of the world's crops, 70% of the total harvest — up to 360 thousand tons), but today the Russian Federation is losing ground. A number of reasons contribute to this. One of them is that the cultivated varieties of fiber flax do not fully meet the requirements of agricultural producers. The susceptibility of flax to fungal diseases is the main difficulty in obtaining consistently high yields of fiber and seeds, maintaining their marketability and, accordingly, the quality of the products obtained. The annual loss of flax crop due to diseases is more than 40%. The situation is aggravated by the appearance of resistant isolates of phytopathogens, which makes the regular use of fungicides inappropriate. Infection of flax crops with fungi of the genus *Colletotrichum lini* Manns et Bolley leads to a decrease in fiber yield by 20–35% and the accumulation of infection. The selection of anthracnose-resistant forms of flax by traditional methods is accompanied by certain difficulties.

Methods. The main methods used in the research were: microbiological, cell selection, culture of immature embryos and hypocotyl segments.

Results. To obtain cultural filtrates of strains of the fungus — the causative agent of flax anthracnose, it is possible to use nutrient media Gamborg, MS, Sh-2, which do not contain vitamins, chelate complex, phytohormones. The dependence of the formation of morphogenic callus on the basis of primary explants on the morphogenetic potential of the genotype has been established. The formation of morphogenic callus under selective conditions depended on the mineral composition of the selective medium. Gamborg's medium was the least suitable for *in vitro* selection studies. A high morphogenetic potential was established in lines L 2053-5-11 and L 957-8-7

Key words: flax, nutrient medium, selective medium, culture filtrate, immature embryos, hypocotyl segments, morphogenic callus

For citation: Proletova N.V. Influence of the mineral composition of a selective environment on flax morphogenesis *in vitro* culture. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-172-177> (In Russian).

© Proletova N.V.

Введение/Introduction

Лен-долгунец — *Linum usitatissimum* L. — одна из основных лубяных культур, которую широко возделывают в различных странах мира для производства волокна и масла. До революции Россия была главным производителем этой культуры в мире (80% мировых посевов, 70% всего сбора — до 360 тыс. т), однако на сегодняшний день Российская Федерация сдает позиции [1, 2]. Этому способствует ряд причин. Одной из них является то, что возделываемые сорта льна-долгунца не в полной мере соответствуют требованиям сельхозпроизводителей. Поражаемость льна грибными болезнями составляет основную трудность в получении стабильно высоких урожаев волокна и семян, сохранении их товарности и, соответственно, качества получаемой продукции. Ежегодная потеря урожая льнопродукции от болезней составляет более 40%. Ситуация усугубляется появлением резистентных изолятов фитопатогенов, что делает нецелесообразным регулярное использование фунгицидов [3, 4, 5]. К тому же применение сильнодействующих фунгицидов способствует ускоренному отбору наиболее агрессивных рас в популяции возбудителя и поэтому является неэффективным и опасным для окружающей среды [6]. Самые распространенные и вредоносные болезни льна — фузариоз, ржавчина, антракноз и пасмо. Поражение грибами рода *Colletotrichum lini Manns et Bolley* приводит к отмиранию корешков и точки роста у 70–80% растений льна, вследствие чего урожай волокна может снижаться на 20–35%, а инфекция — накапливаться в семенах и поражать всходы будущих посевов [3, 4]. И если селекция на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине успешно проводится, то отбор устойчивых к антракнозу и пасмо форм льна сопровождается определенными трудностями. В связи с этим возникает необходимость создания сортов с комплексной толерантностью к болезням. Они должны стать основой интегрированной защиты, что особенно важно в период применения новых технологий сельскохозяйственного производства [7, 8].

Для получения новых устойчивых к болезням форм растений активно применяют биотехнологические методы. Эффективным способом повышения генетического разнообразия растений является направленная селекция клеточных культур в стрессовых условиях и получение соматклонов. Однако несмотря на продолжительное время использования соматклональной изменчивости в селекционной практике, сортов на этой основе создано мало. Широкому применению клеточной селекции растений препятствует низкая регенерационная способность в селективных условиях *in vitro* и нестабильность проявления целевых признаков у растений-регенерантов [9, 10].

Материалы и методы/Materials and methods

Исследования по оптимизации минерального состава селективной среды проводились в лабораторных условиях *in vitro*. Растения-доноры, регенеранты и их потомства в осенне-весенний период выращивали на светоустановке в искусственных климатических условиях (фотопериод: 8 часов — день, 16 часов — ночь, температура 18–20 °С), в весенне-летний период — в условиях вегетационного домика с естественным освещением, температурным режимом и искусственным поливом сосудов до полной влагоемкости почвы [11].

Объектом исследований являлись незрелые зародыши, изолированные из коробочек льна, сфор-

мированных на 10-е сутки после опыления; семена; гипокотильные сегменты, полученные от стерильных 7–8-суточных проростков сортов и линий льна, любезно предоставленных сотрудниками лаборатории селекции, — Ленок, Росинка, Зарянка, Л 2053-5-11, Л 957-8-7, а также штаммы гриба — возбудителя антракноза льна *C. lini*: сильновирулентные — 793 и 784, средневirusулентный — 780, слабовirusулентный — 788. Штаммы были выделены из растительных остатков и семян льна в 2015 г. и подбирались исходя из их состояния на момент культивирования, жизнеспособности, интенсивности спороношения.

Культивирование первичных эксплантов и морфогенного каллуса выполняли согласно методическим рекомендациям «Методы создания *in vitro* растений-регенерантов льна-долгунца, устойчивых к антракнозу (*Colletotrichum lini Manns et Bolley*) и токсичным ионам алюминия» [11]. Токсичность культуральных фильтратов определяли по методике Курчаковой Л.Н. путем замачивания семян льна восприимчивого (Пенджаб) и устойчивого (Леона) сортов и проращивания их на фильтровальной бумаге в течение 7 суток [12].

Схема проведения исследований в условиях *in vitro*:

- подбор исходного растительного материала льна;
- подбор штаммов гриба — возбудителя антракноза льна;
- культивирование мицелия гриба *Colletotrichum lini* на жидкой среде Мурасиге — Скуга (MS), Гамборга и Sh-2 [13], не содержащих витамины, хелатный комплекс и фитогормоны, в течение 40 суток;
- культивирование семян льна на жидкой питательной среде Sh-2, не содержащей фитогормоны (концентрация сахарозы составляла 1,0%), в течение 7–8 суток;
- получение стерильных проростков;
- культивирование незрелых зародышей (НЗ), изолированных из коробочек, сформированных на 10-е сутки с момента опыления; гипокотильных сегментов, размером 5–8 мм, полученных от 7–8-суточных проростков; первичного и пересадочного морфогенного каллуса льна на селективной среде, состоящей из компонентов питательной среды MS, или Sh-2, или Гамборга (табл. 1) и культурального фильтрата (КФ) в концентрации 36 (для культивирования первичных эксплантов); 40 (для культивирования первичного морфогенного каллуса) и 44 мл/л (для культивирования пересадочного морфогенного каллуса);
- получение растений-регенерантов и их адаптация к условиям *in vivo*.

Каллусную ткань пересаживали в возрасте 3–4 недель (в зависимости от скорости развития культуры). Через 21–24 дня проводили учет числа рыхлых (но не водянистых) каллусов насыщенного зеленого цвета с видимыми участками роста (морфогенный каллус) (табл. 1).

Некротизированные культуры с проявлением ризогенеза выбраковывали, а оставшийся каллус без признаков регенерации переносили на свежую среду без селективного агента (без КФ) для стимулирования морфогенетического потенциала.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью пакета программ «Microsoft Excel» с использованием метода первичной статистической обработки результатов эксперимента — определения выборочной средней величины. Долю морфогенного каллуса рассчитывали как процент от общего количества каллусных линий.

Таблица 1. Состав питательных сред для культивирования изолированных клеток и тканей льна
Table 1. Composition of nutrient media for cultivation of isolated flax cells and tissues

Компоненты питательной среды	Концентрация, мг/л		
	Мурасиге – Скуга	Гамборга	Sh-2
NH ₄ NO ₃	1650	2500	1650
KNO ₃	1900	-	1900
CaCl ₂ – 2H ₂ O	440	150	435
MgSO ₄ – 7H ₂ O	370	250	370
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	130	-
KH ₂ PO ₄	170	-	170
Na ₂ ЭДТА	37,3	37,3	37,3
FeSO ₄ – 7H ₂ O	27,95	27,35	27,8
NaH ₂ PO ₄ – H ₂ O	-	150	-
H ₃ BO ₃	6,2	3,0	6,2
MnSO ₄ – 4H ₂ O	22,3	10,0	22,3
ZnSO ₄ – 7H ₂ O	8,6	2,0	8,6
KI	0,83	0,75	0,75
Na ₂ MoO ₄ – 2H ₂ O	0,25	0,25	0,25
CuSO ₄ – 5H ₂ O	0,025	0,025	0,025
CoU ₂ – 6H ₂ O	0,025	0,025	0,025
Глицин	2,0	-	2,0
Мезоинозит	100	100	100
Никотиновая кислота	0,5	1,0	0,5
Пиридоксин HCl	0,5	1,0	0,5
Тиамин HCl	1	10,0	0,1
2,4-Д	-	0,1–1,0	-
Кинетин	-	0,1	-
Глутамин	-	-	25,0
Аспарагин	-	-	250,0
Глицин	-	-	2,0
L-серин	-	-	125,0
6-бензиладенин	1,0	-	1,0
НУК	0,05	-	0,05
Сахароза	30 000	30 000	30 000
Агар-агар	7 000	7 000	7 000
pH	5,6–5,8	5,6–5,8	5,6–5,8

Таблица 2. Рост мицелия штаммов гриба *Colletotrichum lini* на различных питательных средах
Table 2. Growth of mycelium of strains of the fungus *Colletotrichum lini* on various nutrient media

Штамм гриба	Среда культивирования	Масса мицелия, г±Sp			
		7-е сутки	21-е сутки	28-е сутки	40-е сутки
793	MS	Единичные клетки	5,6± 1,2	10,7± 2,2	14,6± 1,5
	Гамборга	Единичные клетки	4,7± 2,1	10,5± 2,2	13,9± 2,0
	Sh	Единичные клетки	5,8± 1,9	11,0± 2,1	14,7± 2,2
784	MS	Единичные клетки	4,3± 2,2	9,9± 3,2	13,9± 1,9
	Гамборга	Единичные клетки	4,5± 1,3	9,3± 2,1	14,1± 2,1
	Sh	Единичные клетки	4,8± 0,9	9,8± 2,4	15,6± 0,6
780	MS	Единичные клетки	4,9± 1,6	10,6± 1,9	14,9± 1,6
	Гамборга	Единичные клетки	3,9± 1,1	10,3± 2,1	14,8± 2,2
	Sh	Единичные клетки	5,2± 1,0	10,8± 2,3	15,1± 1,4
788	MS	Единичные клетки	5,1± 1,1	10,3± 2,0	13,9± 1,6
	Гамборга	Единичные клетки	4,9± 1,2	10,3± 1,1	13,4± 2,1
	Sh	Единичные клетки	5,1± 1,3	10,4± 2,3	14,0± 2,3

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В связи с тем, что культуральный фильтрат в процессе исследований добавляли в различные по минеральному составу питательные среды, штаммы решено было выращивать на аналогичных средах. Для получения культуральных фильтратов проводили культивирование штаммов гриба *Colletotrichum lini* на жидкой среде MS, Гамборга и Sh-2. Кусочки агаризованного мицелия размером 1 × 1 см высаживали на поверхность жидкой среды в объеме 1 л. Спороншение грибов началось на 5–7-е сутки и единичные клетки-споры в фильтрате можно было определить уже на 7-е сутки. По скорости роста и нарастанию биомассы гриба варианты культивирования различались достоверно (табл. 2). Рост мицелия фиксировали от единичных клеток на 7-е сутки культивирования до плотного спорующего мицелия массой 13,4–15,6 г — на 40-е сутки. Токсичность 40-суточных культуральных фильтратов, полученных на различных средах, была высокой и составляла в зависимости от штамма 86,3–88,0%. В дальнейших исследованиях использовали культуральные фильтраты штаммов 793, 784, 780, 788, взятых в равных концентрациях — по 9 мл/л (в сумме 36 мл/л) — для культивирования незрелых зародышей и гипокотильных сегментов, по 10 мл/л (в сумме 40 мл/л) — для культивирования первичного морфогенного каллуса, по 11 мл/л (в сумме 44 мл/л) — для культивирования пересадочного морфогенного каллуса.

Таким образом, для получения токсичных культуральных фильтратов на основе штаммов гриба — возбудителя антракноза возможно использование питательных сред различного минерального состава — Гамборга, MS, Sh-2, не содержащих витамины, хелатный комплекс и фитогормоны. Культуральные фильтраты, полученные на основе таких сред, обладают высокой токсичностью и позволяют использовать их в исследованиях в качестве селективного агента (табл. 2).

В результате проведенных исследований выявлено, что первичные экспланты, выбранные нами для формирования морфогенного каллуса на селективной среде, по-разному реагируют на созданные селективные условия. Каллус, сформированный на основе гипокотильных сегментов, имел более

высокую способность к морфогенезу, чем каллус, сформированный на основе незрелых зародышей. Так, например, у сорта Ленок на основе незрелых зародышей, в зависимости от минерального состава селективной среды, сформировалось от 1,1 до 6,3% морфогенного каллуса, тогда как на основе гипокотильных сегментов сформировано от 4,7 до 10,4% морфогенного каллуса (табл 3). У селекционной линии Л 2053-5-11 на основе незрелых зародышей сформировалось от 2,9 до 3,3% морфогенного каллуса, тогда как на основе гипокотильных сегментов сформировано от 14,9 до 16,2% морфогенного каллуса.

В то же время выявлено, что минеральный состав селективной среды существенно влияет на формирование морфогенного каллуса, полученного на основе первичных эксплантов — гипокотильных сегментов и незрелых зародышей. На селективной среде, состоящей из минеральных солей среды Гамборга и культурального филтраты, доля сформированного морфогенного каллуса была наименьшей у всех генотипов, взятых в исследования, и составила 0,1–6,8%. На селективных средах, состоящих из минеральных солей сред MS, Sh-2 и КФ, формировались морфогенные каллусы с большей частотой. Доля сформированного морфогенного каллуса была не ниже 1,7% и возрастала, в зависимости от генотипа, до 16,5%. В то же время более насыщенная аминокислотами среда Sh-2 не обладала преимуществами перед средой MS. Так, например, у сорта Росинка, проявившего на начальном этапе пониженную способность к морфогенезу, на селективной среде, состоящей из минеральных солей среды Гамборга + КФ, формировалось 1,1% (НЗ) и 4,7% (ГС) морфогенного каллуса; на селективной среде, состоящей из минеральных солей среды MS + КФ, — 1,7% (НЗ) и 11,6% (ГС) морфогенного каллуса; на селективной среде, состоящей из минеральных солей среды Sh-2 + КФ, — 2,1% (НЗ) и 7,3% (ГС) морфогенного каллуса.

В процессе отбора выживших в селективных условиях клеток льна визуально отмечено, что морфогенные и неморфогенные участки каллусов отличались по цвету, консистенции и скорости роста. Клетки каллусов, которые имели водянистую или очень плотную консистенцию и светло-желтый — светло-зеленый цвет с коричневыми вкраплениями, в течение 14–28

Таблица 3. Формирование морфогенного каллуса на основе первичных эксплантов на различных селективных средах (n = 50)

Table 3. Formation of morphogenic callus based on primary explants on various selective media (n = 50)

Генотип	Эксплант	Среда культивирования + 36 мл/л КФ	Доля морфогенного каллуса, %±Sp
Ленок	НЗ	MS	6,3±1,2
		Гамборга	1,1± 0,5
		Sh-2	2,9± 0,5
	ГС	MS	10,4± 2,1
		Гамборга	4,7± 0,9
		Sh-2	6,4± 1,7
Росинка	НЗ	MS	1,7± 0,1
		Гамборга	0,1± 0,1
		Sh-2	2,1± 0,8
	ГС	MS	11,6± 2,2
		Гамборга	3,2± 1,1
		Sh-2	7,3± 3,1
Зарянка	НЗ	MS	2,4± 0,8
		Гамборга	0,1± 0,1
		Sh-2	6,8± 1,6
	ГС	MS	16,5± 3,5
		Гамборга	2,2± 1,3
		Sh-2	14,8± 4,2
Л 2053-5-11	НЗ	MS	3,3± 1,1
		Гамборга	3,2± 0,9
		Sh-2	2,9± 1,1
	ГС	MS	15,1± 2,4
		Гамборга	4,9± 2,3
		Sh-2	16,2± 3,1
Л 957-8-7	НЗ	MS	5,8± 1,6
		Гамборга	2,8± 0,3
		Sh-2	4,7± 1,1
	ГС	MS	8,9± 1,7
		Гамборга	6,8± 2,3
		Sh-2	7,9± 1,9

Примечание: НЗ — незрелый зародыш, ГС — гипокотильный сегмент.

Таблица 3. Влияние различных селективных сред на формирование морфогенных клеток на основе первичного каллуса (n = 50)

Table 3. Effect of various selective media on the formation of morphogenic cells based on primary callus (n = 50)

Генотип	Среда культивирования + 40 мл/л КФ	Доля морфогенного каллуса, %±Sp
Ленок	MS	6,1±1,1
	Гамборга	1,3± 0,2
	Sh-2	5,0± 1,2
Росинка	MS	4,3± 1,7
	Гамборга	0,1±0,3
Зарянка	Sh-2	5,0± 1,1
	MS	3,3± 1,6
	Гамборга	1,0± 0,1
Л 2053-5-11	Sh-2	4,1± 1,3
	MS	7,2± 1,2
	Гамборга	2,2± 0,9
Л 957-8-7	Sh-2	3,4± 0,6
	MS	8,0± 1,1
	Гамборга	1,1± 0,2
	Sh-2	8,1± 2,2

Таблица 5. Влияние различных селективных сред на формирование морфогенных клеток на основе пересадочного каллуса (n = 50)

Table 5. Effect of various selective media on the formation of morphogenic cells based on transplant callus (n = 50)

Генотип	Среда культивирования + 44 мл/л КФ	Доля морфогенного каллуса, %±Sp
Ленок	MS	3,0±1,0
	Гамборга	3,0± 0,6
	Sh-2	5,2± 1,5
Росинка	MS	5,4± 1,1
	Гамборга	3,1± 0,9
	Sh-2	3,0± 1,1
Зарянка	MS	2,4± 1,2
	Гамборга	0,1± 0,1
	Sh-2	4,3± 1,2
Л 2053-5-11	MS	5,5± 1,2
	Гамборга	3,1± 0,6
	Sh-2	4,4± 0,9
Л 957-8-7	MS	6,1± 1,1
	Гамборга	7,0± 1,3
	Sh-2	7,4± 1,2

суток не проявляли признаков морфогенеза и либо отмирали, либо продолжали наращивать водянистую биомассу. Каллусные клетки, имеющие насыщенный зеленый цвет и рыхлую консистенцию, через 14–21 сутки формировали морфогенные очаги, которые в последующем переносили на свежие селективные среды в течение 2–3 пассажей. После пересадки первичного морфогенного каллуса на селективную среду с различным минеральным составом и более высокой концентрацией селективного агента — КФ, наблюдали уменьшение доли морфогенных каллусов на среде Гамборга + КФ по сравнению со средами MS + КФ и Sh-2 + КФ. В зависимости от генотипа доля морфогенных каллусов, сформированных на среде Гамборга + КФ, составила 0,1–2,2%, на среде MS + КФ — 3,3–8,0%, на среде Sh-2 + КФ — 3,4–8,1% соответственно (табл. 4). Наибольший морфогенетический потенциал при формировании морфогенных клеток на основе первичного каллуса проявила селекционная линия Л 957-8-7. Доля сформированного морфогенного каллуса составила 1,1% на среде Гамборга + КФ, 8,0% — на среде MS + КФ, 8,1% — на среде Sh-2 + КФ.

В результате исследований выявлено, что на формирование морфогенного каллуса на основе первичного каллуса оказывает влияние минеральный состав селективной среды и морфогенетический потенциал генотипа. Селективная среда, состоящая из минеральных солей среды Гамборга и КФ штаммов возбудителя антракноза, была менее эффективна для формирования морфогенного каллуса, чем среды MS + КФ и Sh-2 + КФ.

Дальнейшая селекция *in vitro* на устойчивость к КФ штаммов возбудителя антракноза предполагала перенос первичного морфогенного каллуса на селективную среду с более высокой концентрацией селективного агента — культурального фильтрата. Внесение КФ в концентрации 44 мл/л в питательные среды различного минерального состава позволило проводить отбор в селективных условиях *in vitro*. На этапе формирования морфогенных клеток на основе пересадочного каллуса минеральный состав селективной среды не оказывал существенного влияния. Доля морфогенного каллуса составляла 3,0–5,2% у сорта Ленок, 3,0–5,4% — у сорта Росинка, 0,1–4,3% — у сорта Зарянка, 3,1–5,5% — у линии Л 2053-5-11, 6,1–7,4% — у линии Л 957-8-7 (табл. 5).

На данном этапе большее влияние оказывал заложенный в генотипе морфогенетический потенциал сортов и линий льна. Высоким морфогенетическим потенциалом в течение всего селекционного процесса обладали селекционные линии Л

2053-5-11 и Л 957-8-7. Сорта льна Ленок, Росинка, Зарянка снижали морфогенетический потенциал, и дальнейшая селекция *in vitro* на устойчивость к антракнозу у этих сортов была менее эффективна.

В результате исследований получены растения-регенеранты сортов и линий льна, устойчивые к КФ в условиях *in vitro*.

Выводы/Conclusion

В результате исследований установлено, что для получения культуральных фильтратов штаммов гриба — возбудителя антракноза льна возможно использование питательных сред Гамборга, MS, Sh-2, не содержащих витамины, хелатный комплекс, фитогормоны. Культуральные фильтраты, полученные на основе этих сред, обладали высокой токсичностью (86,3–88,0%, в зависимости от штамма) и позволяли использовать их при селекции *in vitro*.

Проведенные исследования позволили установить, что морфогенетический потенциал генотипа оказывал влияние на формирование морфогенного каллуса на основе первичных эксплантов. Каллус, сформированный на основе гипокотильных сегментов, имел более высокую способность к морфогенезу относительно каллуса, сформированного на основе незрелых зародышей.

Результаты исследований позволили сделать вывод, что формирование морфогенного каллуса в селективных условиях находилось в зависимости от минерального состава селективной среды.

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

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Федеральный научный центр лубяных культур по теме № FGSS 2019-0016.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education Federal Scientific Center for Bast Crops on the topic No. FGSS 2019-0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Понажев В.П. Влияние методов отбора растений и способов посева на эффективность создания оригинальных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020; 2 (31): 51-56
2. Великанова И.В., Попов Р.А. Региональные особенности развития льняного подкомплекса в условиях нарастающих кризисных явлений. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2020; 2 (50): 66-77
3. Карпунин Б. Ф. Антракноз льна: селекция на устойчивость. *Lap Lambert Academic Publishing*. 2016; 113 с.
4. Кудрявцева Л. П., Прасолова О.В. Групповая устойчивость сортов — важный приоритет селекции льна-долгунца. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2018; 3(24): 25–30
5. Nicot P.C., Stewart A., Bardin M., Elad Y. Biological Control and Biopesticide Suppression of Botrytis-Induced Diseases. Botrytis — the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. *Springer International Publishing Switzerland*. 2016; 165-187 The online version of the updated original chapter can be found at http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-23371-0_9.
6. Lorenzini M., Zapparoli G. Characterization and pathogenicity of *Alternaria* spp. strains associated with grape bunch rot during post-harvest withering. *International journal of food microbiology*. 2014; 186: 1-5. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.008.
7. Czisłowski E., Fraser-Smith S., Zander M., O'Neill W.T., Meldrum R.A., Tran-Nguyen L.T., et al. Investigation of the diversity of effector genes in the banana pathogen, *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, reveals evidence of horizontal gene transfer. *Molecular plant pathology*. 2018; 19(5): 1155-1171. doi: 10.1111/mpp.12594. Epub 2017 Nov. 10.
8. Ущачовский И.В., Васильев А.С., Щеголихина Т.А., Федоренко В.Ф., Мишуков Н.П., Голубев И.Г. Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства технических культур: науч. аналит. обзор. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019. 72 с.
9. Пролетова Н. В. Использование биотехнологических методов для создания новых генотипов льна, устойчивых к антракнозу. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(8): 24-28
10. Сокколова Л.М., Егорова А.А. Экспресс-оценка устойчивости моркови столовой к грибным болезням рр. *Alternaria* и *Fusarium* на фильтрат культуральной жидкости. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019; 3(173): 36-42
11. Пролетова Н. В., Виноградова Е.Г., Кудрявцева Л.П. Методы создания *in vitro* растений-регенерантов льна-долгунца устойчивых к антракнозу (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) и токсичным ионам алюминия: методические рекомендации. 2014; 19 с.
12. Курчакова Л. Н. Методика получения культуральных фильтратов гриба *Fusarium oxysporum* и *F. semitectum* и их применение в культуре *in vitro* для получения фузариозоустойчивых форм льна-долгунца. *Сборник научных трудов ВНИИЛ*. 1994; 28-29: 127–128.
13. Патент № 2478282 Российская Федерация, RU 2120741 C1, 27.10.1998. Питательная среда для культивирования пыльников льна: заявка № 96112871/13 от 27.06.1996 / Поляков А.В., Пролетова Н. В.; Всероссийский научно-исследовательский институт льна. 4 с.

ОБ АВТОРЕ:

Наталья Викторовна Пролетова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий
Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56. Комсомольский проспект, Тверь, 172002, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4137-9622>. AuthorID: 415465
e-mail: science.trk@fncl.ru

REFERENCES

1. Ponazhev V.P. Influence of plant selection methods and sowing methods on the efficiency of creating original fiber flax seeds in primary seed production. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*. 2020; 2 (31): 51-56 (In Russian.).
2. Velikanova I.V., Popov R.A. Regional features of the development of the flax subcomplex in the context of growing crisis phenomena. *Bulletin of the Upper Volga Agroindustrial Complex*. 2020; 2 (50): 66-71 (In Russian.).
3. Karpunin B. F. Anthracnose of flax: breeding for resistance. *Lap Lambert Academic Publishing*. 2016. 113 p. (In Russian.).
4. Kudryavtseva L.P., Prasolova O.V. Group resistance of varieties is an important priority in fiber flax breeding. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*. 2018; 3(24): 25–30 (In Russian.)
5. Nicot P.C., Stewart A., Bardin M., Elad Y. Biological Control and Biopesticide Suppression of Botrytis-Induced Diseases. Botrytis — the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. *Springer International Publishing Switzerland*. 2016; 165-187 The online version of the updated original chapter can be found at http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-23371-0_9.
6. Lorenzini M., Zapparoli G. Characterization and pathogenicity of *Alternaria* spp. strains associated with grape bunch rot during post-harvest withering. *International journal of food microbiology*. 2014; 186: 1-5. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.008.
7. Czisłowski E., Fraser-Smith S., Zander M., O'Neill W.T., Meldrum R.A., Tran-Nguyen L.T., et al. Investigation of the diversity of effector genes in the banana pathogen, *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, reveals evidence of horizontal gene transfer. *Molecular plant pathology*. 2018; 19(5): 1155-1171. doi: 10.1111/mpp.12594. Epub 2017 Nov. 10.
8. Ushchapovsky I.V., Vasiliev A.S., Shchegolikhina T.A., Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Golubev I.G. Analysis of the state and prospective directions of development of selection and seed production of industrial crops: scientific. analit. review. — M.: FGBNU "Rosinformagrotech". 2019. 72 p. (In Russian.).
9. Proletova N.V. The use of biotechnological methods for the creation of new flax genotypes resistant to anthracnose. *Achievements of Science and Technology of the APK*. 2019; 33(8): 24-28 (In Russian.).
10. Sokolova L.M., Egorova A.A. Express-assessment of the resistance of table carrots to fungal diseases *Alternaria* and *Fusarium* for culture fluid filtrate. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019; 3 (173): 36-42 (In Russian.).
11. Proletova N.V., Vinogradova E.G., Kudryavtseva L.P. Methods for creating *in vitro* fiber flax regenerated plants resistant to anthracnose (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) and toxic aluminum ions: guidelines. 2014; 19 p. (In Russian.).
12. Kurchakova LN Method of obtaining cultural filtrates of the fungus *Fusarium oxysporum* and *F. semitectum* and their use in culture *in vitro* to obtain fusarium-resistant forms of fiber flax. *Collection of scientific works of VNIIL*. 1994; 28-29: 127–128. (In Russian.).
13. Patent No. 2478282 Russian Federation, RU 2120741 C1, 10/27/1998. Nutrient medium for cultivation of flax anthers: Application No. 96112871/13 dated 06/27/1996 / Polyakov A.V., Proletova N.V.; All-Russian Research Institute of Flax. 4 s. (In Russian.).

ABOUT THE AUTHOR:

Natalia Viktorovna Proletova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, laboratory of Breeding Technologies
Federal Scientific Center of Bast Culture, 17/56, Komsomolsky prospect, Tver, 172002, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-4137-9622>, AuthorID: 415465
e-mail: science.trk@fncl.ru

УДК 635.92

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-178-182

Л.А. Гречушкина-Сухорукова

Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр, Ставрополь,
Ставропольский край, Российская
Федерация

✉ grechushkinala@mail.ru

Поступила в редакцию:
22.03.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Принята к публикации



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-178-182

Lyudmila A. Grechushkina-Sukhorukova

North Caucasian Federal Scientific Agrarian
Center, Stavropol, Stavropol Territory, Russian
Federation

✉ grechushkinala@mail.ru

Received by the editorial office:
03.22.2022

Accepted in revised:
08.02.2022

Accepted for publication:
08.22.2022

Динамика ростовых процессов и декоративное состояние мискантуса китайского при интродукции в степной зоне

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Мискантус китайский — один из самых популярных злаков в декоративном садоводстве всего мира. Его можно использовать для украшения берегов водоемов, в каменистых садах, рокариях, миксбордерах, как солитер на газоне, для создания декоративных групповых посадок в садах, парках и скверах. В задачу исследования входит изучение динамики ростовых процессов и декоративного состояния сортов мискантуса китайского в течение вегетационного периода в связи с термическими ресурсами юга степной зоны европейской части России.

Методы. Обработка результатов фенологических наблюдений, вычисление сумм эффективных температур и математическая обработка проводились по стандартным методикам.

Результаты. Приводятся результаты исследования 13 сортов мискантуса китайского. Показано, что в течение вегетационных периодов 2019–2021 гг. они сохраняли ритмические процессы, аналогичные природным. Начало вегетации наступало 12–17.04, а завершение ростовых процессов в фазе цветения у ранозцветающих сортов — с 5–12.08, среднецветающих — 16–22.09, позднецветающих — 12–18.10, при достижении суммы эффективных температур на период фазы цветения в 2019 г. — 1059,8–1585,7 °С, в 2020 г. — 1026,5–1638,8 °С, в 2021 г. — 1063,75–1437,0 °С. Генеративные побеги сортов раннего и среднего сроков цветения к середине июня достигали 60–80% конечного линейного размера, с развитием до 60–70% листовых пластинок, а к середине июля — 80–90% (170–200 см) и выглядели декоративно благодаря форме куста и декоративному состоянию листьев, которые к этому сроку развились на 75–90%. Динамические показатели линейного роста генеративных побегов коррелируют с суммой эффективных температур вегетационного периода: в 2019 г. — $r = 0,93-0,96$; в 2020 г. — $r = 0,85-0,9$, в 2021 г. — $r = 0,90-0,92$.

Ключевые слова: интродукция, мискантус китайский, злаки, декоративное состояние, ростовые процессы, ассортимент, озеленение

Для цитирования: Гречушкина-Сухорукова Л.А. Динамика ростовых процессов и декоративное состояние мискантуса китайского при интродукции в степной зоне. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-178-182>

© Гречушкина-Сухорукова Л.А.

Dynamics of growth processes and decorative state of *Miscanthus sinensis* during introduction in the steppe zone

ABSTRACT

Relevance. *Miscanthus sinensis* Andersson is one of the most popular cereals in ornamental gardening around the world. It can be used to decorate the shores of reservoirs, in rocky gardens, rockeries, mixed borders, as a solitaire on the lawn, to create decorative group plantings in gardens, parks, squares. The objective of the paper is to study the dynamics of growth processes and the decorative state of *Miscanthus sinensis* varieties during the growing season in connection to the thermal resources of the southern steppe zone of the European part of Russia.

Methods. Processing of the results of phenological observations, calculation of the sums of effective temperatures and mathematical processing were carried out according to standard methods.

Results. The results of a study of 13 varieties of *Miscanthus sinensis* are presented. It is shown that during the growing seasons 2019–2021 they preserve rhythmic processes similar to natural ones. The beginning of vegetation came on 12–17.04 and the completion of growth processes in the flowering phase in early-flowering varieties — on 5–12.08, medium-flowering — 16–22.09, late-flowering — 12–18.10, when the sum of effective temperatures for the period of the flowering phase had reached in 2019 — 1059.8–1585.7 °C, in 2020 — 1026.5–1638.8 °C, in 2021 — 1063.75–1437.0°. Generative shoots of early and medium-flowering varieties reached 60–80% of the final linear size by mid-June, with the development of up to 60–70% of leaf blades, and by mid-July — 80–90% (170–200 cm) and looked decorative due to the shape of the bush and the decorative state of the leaves, which by this time had developed by 75–90%. Dynamic indicators of linear growth of generative shoots correlate with the sum of the effective temperatures of the growing season: in 2019 — $r = 0.93-0.96$; in 2020 — $r = 0.85-0.9$, in 2021 — $r = 0.90-0.92$.

Key words: introduction, *Miscanthus sinensis*, cereals, decorative condition, growth processes, assortment, landscaping

For citation: Grechushkina-Sukhorukova L.A. Dynamics of growth processes and decorative state of *Miscanthus sinensis* during introduction in the steppe zone. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-178-182> (In Russian)

© Grechushkina-Sukhorukova L.A.

Введение/Introduction

В настоящее время мискантус китайский (*Miscanthus sinensis Andersson*) — один из самых популярных злаков в декоративном садоводстве всего мира. Его естественный ареал — юг российского Дальнего Востока, большая часть территории Китая, Японии, Тайваня и Кореи. Ни один вид злаков не может конкурировать с мискантусом по красоте растений, разнообразию сортов и форм, способам применения в садовом дизайне. Его можно использовать для украшения берегов водоемов, устройства живых изгородей, в каменистых садах, рокариях, миксбордерах, как солитер на газоне, для создания декоративных групповых посадок в садах, парках и скверах [1]. Мискантус китайский также является кормовым растением, сырьевым источником целлюлозы и биоэтанола [2–4]. К настоящему времени создано более 100 сортов мискантуса, однако широкое использование всего ассортимента сдерживается температурным фактором. Южные регионы России располагают достаточными термическими ресурсами для выращивания сортов мискантуса, относящихся к 4-й и 5-й (6-й) зонам зимостойкости [5, 6].

Мискантус китайский — злак теплого сезона, поэтому определяющее значение при его интродукции имеют термические условия, при которых он может пройти все фазы онтогенеза и максимально проявить свои декоративные качества. Помимо этого, в основу интродукционной устойчивости должны входить такие показатели, как способность к размножению, сохранение природной жизненной формы, высокого жизненного состояния, поддержание природных ритмов онтогенеза и способность к прохождению полного цикла развития побегов [7].

Мискантус китайский — мощный безрозеточный или слаборозеточный злак, образующий рыхлые крупные дерновины с короткими ползучими подземными побегами [8, 9]. На сегодняшний день этот самый высокодекоративный и перспективный вид интродукционной коллекции Северо-Кавказского ФНАЦ. В Японии мискантус китайский начинает расти в апреле — начале мая, генеративные побеги отрастают в июне, цветение — с сентября по октябрь. На северо-востоке США и в Северной и Южной Каролине мискантус цветет с августа — сентября по ноябрь, а семена появляются с сентября по январь [10].

В задачу настоящего исследования входит изучение динамики ростовых процессов и декоративного состояния 13 сортов мискантуса китайского — Flamingo, Kleine Silberspinne, Karl Foerster, Little Zebra, Grosse Fontane, Punktchen, Sarabande, Variegatus, Zebrinus, Gracillimus, Melepartus, Strictus, Morning Light — в течение вегетационного периода в связи с термическими ресурсами юга степной зоны европейской части России. Целью исследования было выявить периоды и время декоративного состояния изучаемых сортов; исследовать температурные условия, необходимые для прохождения всех фаз онтогенеза.

Материалы и методы/Materials and methods

Интродукционная коллекция декоративных злаков и осок, насчитывающая 86 образцов (47 видов и 57 сортов), расположена на опытном участке в Ставропольском ботаническом саду — высота 640–660 м над ур. моря, III зона неустойчивого увлажнения, ГТК = 1,00–1,09, среднегодовая температура 9,7–11,0 °С; самый холодный месяц — январь (–4,9 °С), самый теплый — июль (19,6 °С), абсолютный температурный минимум —

–31 °С, абсолютный максимум температуры отмечен в августе — 39,7 °С. Среднегодовое количество осадков — 633–720 мм. Сумма температур выше 10 °С — 3300–3650 °С. Мискантус китайский в коллекции представлен 20 сортами. Наиболее исследованы 13 сортов, которые на данном участке произрастают в одинаковых условиях уже 7–9 лет, остальные сорта появились в последние 3–4 года. Исследуемые сорта мискантуса культивируются в рядковых посадках с междурядьями 120 см, повторность — 7–10 экземпляров. Работы по уходу — междурядная культивация, капельный полив, подкормка минеральными удобрениями. Измерение приростов генеративного побега, учет количества листьев и морфологических параметров метелки проводились в течение 2019–2021 гг. один раз в месяц. Обработка результатов фенологических наблюдений осуществлялась в соответствии с методикой Г.Н. Зайцева [11]. Вычисление сумм эффективных температур проводилось путем суммирования среднесуточных температур, уменьшенных на 10 °С (методика для теплолюбивых культур) [12]. Расчет коэффициента корреляции для малых групп проводился по формуле (1):

$$r = \frac{C_1 + C_2 - C_d}{2\sqrt{C_1 \cdot C_2}}, \quad (1)$$

где C_1 , C_2 , C_d — дисперсия по первому признаку, по второму признаку и по ряду разностей между датами сравниваемых признаков.

Средняя арифметическая M и ее ошибка m вычислялись по стандартной формуле [13].

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Сорта мискантуса китайского нашей коллекции сохраняли ритмические процессы, аналогичные природным. Если интродуцированные декоративные злаки коллекции из умеренных зон начинают вегетацию в марте, а цветение и плодоношение — в мае-июне, то сорта мискантуса китайского — растения теплого сезона — начинают отрастать только в середине апреля, когда почва стабильно прогревается выше 10 °С, а температура воздуха становится выше 20 °С. Периода наибольшего декоративного состояния они достигают в генеративной фазе, которая у культивируемых нами сортов растянута с 27 июля до начала октября на 70 и более дней. Это свойство поддерживалось в течение всех лет интродукции.

Декоративные качества интродуцированных сортов мискантуса обеспечиваются за счет разнообразных по габитусу прямостоячих, раскидистых и полураскидистых кустов с высокодекоративными генеративными побегами высотой 182,4–271,2 см. Особый декоративный эффект растениям придают стеблевые листья — линейные или линейно-ланцетные, голые, с центральной белой жилкой, очень жесткие, дугообразно изогнутые или направленные вверх, одноцветные (светло-зеленые, зеленые, темно-зеленые, серо-зеленые) и пестролистные. Пестролистный сорт имеет поперечные и продольные полосы белого, светло-желтого, желтого, темно-желтого цвета (Variegatus, Zebrinus, Gold Bar, Punktchen, Strictus, Little Zebra). Длина листьев — 45,2–87,7 см, ширина — 0,55–1,8 см. Количество листьев на одном генеративном побеге у разных сортов варьирует от 8,8 до 17,8. Зависимость количества листовых пластинок генеративного побега от его длины у разных сортов незначительна ($r = 0,3$).

Ростовые процессы в течение вегетационного периода у интродуцированных растений являются универсальным индикатором их физиологического состояния и отражают общий итог адаптивных реакций в новых условиях произрастания. Динамика ростовых процессов — это важный показатель, от которого зависит период декоративности сортов мискантуса в течение вегетации. Проведенные исследования динамики роста генеративных побегов показали, что сорта раннего и среднего сроков цветения уже к середине июня достигали 60–80% (50,2–81,0 см) конечного линейного размера, с развитием до 60–70% листовых пластинок, а к середине июля — 80–90% (170–200 см), и даже в вегетативном состоянии выглядели декоративно за счет формы куста и декоративности листьев, которые к этому сроку развивались на 75–90% (табл. 1).

Как показали результаты предыдущих исследований, термические условия вегетационного периода нашего региона позволяют интродуцированным сортам мискантуса китайского пройти все фазы онтогенеза, хотя образования жизнеспособных семян даже у раннецветущих сортов не отмечено [5]. Динамические показатели линейного роста генеративных побегов коррелируют с суммой эффективных температур вегетационного периода: в 2019 г. — 1059,8–1585,7 °С (сумма эффективных температур на период цветения у самого ранне- и поздноцветущего сортов), $r = 0,93–0,96$; в 2020 г. — 1026,5–1638,8 °С, $r = 0,85–0,9$; в 2021 г. — 1063,75–1437,0 °С, $r = 0,90–0,92$.

Особый декоративный эффект сортам мискантуса китайского придают соцветия — метелки длиной 21,9–33,2 см, с 2,2–11,2 ярусами и боковыми колосовидными веточками длиной 14,4–20,8 см, собранными в вееро-видно расширяющуюся кверху метелку с сильно укороченной главной осью. У самого поздноцветущего сорта Morning Light наступление генеративной фазы «начало цветения» произошло только в 2020 г., при достижении

суммы эффективных температур 1638,8 °С. В 2019 г. отмечена только фаза начала выбрасывания метелки (1585,7 °С), а в 2021 г. генеративная фаза не наступила вообще (1437,0 °С). Сорт высокодекоративен и в вегетативном состоянии (табл. 2).

Метелки мискантуса имеют разнообразную окраску: белую — у сортов Grosse Fontane, Karl Foerster, розовую — у Flamingo, Variegatus, пурпурную — у Gracillimus, Punktchen, коричневую — у Melepartus. Окраска метелок определяется цветом колосковых и цветочных чешуй и изменяется до конца цветения, приобретая серый цвет. Красивые соцветия мискантуса используют при создании сухих флористических композиций.

Культивируемые нами сорта мискантуса разрастаются довольно медленно, хорошо сохраняют форму куста. На 8–10-й год произрастания на одном месте дерновины могут постепенно отмирать в центре, растения при этом остаются высокодекоративными. Все сорта интродукционной коллекции размножаются вегетативно делением кустов, которое лучше проводить весной.

Мискантусы неприхотливы, к почве нетребовательны, не любят затенения. При засухе они теряют декоративность, уменьшаются в размерах, кончики листьев подсыхают. В этот период необходимо регулярное орошение, лучше — капельный полив. Мискантус отзывчив на внесение минеральных и органических удобрений. Весной следует использовать полное минеральное удобрение с микроэлементами, летом — фосфорные, в августе-сентябре — калийные удобрения.

Все изученные сорта мискантуса относятся к 4–5-й (6-й) зонам зимостойкости, хорошо зимуют в условиях юга России, не требует укрытия, высокодекоративны. Болезнями и вредителями не поражаются.

Выводы/Conclusion

Исследованные сорта мискантуса китайского (*Miscanthus sinensis Andersson*) в течение вегетацион-

Таблица 1. Средние показатели динамики ростовых процессов генеративного побега сортов мискантуса китайского за вегетационный период в 2019–2021 гг., см, % (n = 20)

Table 1. Average indicators of the dynamics of the growth processes of the generative shoot of *Miscanthus sinensis* varieties for the growing season in 2019–2021, cm, % (n = 20)

Сорт	15.05		6.06		12.07		19.08		19.09–18.10	
	длина	%	длина	%	длина	%	длина	% (дата)	длина	% (дата)
Flamingo	69,9±10,0	36,9	144,7±19,5	76,3	175,8±29,6	92,7	189,6±21,3* — 100% (7.08)**			
Kleine Silberspinne	61,4±20,3	33,4	148,9±30,1	81,0	166,0±14,0	91,3	183,8±14,2 — 100% (24.08)			
Karl Foerster	77,2±21,4	34,8	164,9±12,8	74,4	200,9±20,7	90,6	221,7±36,0 — 100% (01.09)			
Little Zebra	55,1±12,4	30,2	110,2±26,3	60,4	154,3±17,7	84,6	182,4±33,4 — 100% (16.09)			
Grosse Fontane	69,5±18,2	27,5	145,3±22,4	57,5	206,5±31,9	81,7	230,7±18,8	91,3	252,7±51,4	100 (18.09)
Punktchen	56,5±25,1	28,4	119,5±11,6	60,1	163,6±26,9	82,3	184,3±14,9	92,7	198,8±20,9	100 (20.09)
Sarabande	56,4±11,2	26,7	118,1±13,9	55,8	168,7±31,9	79,8	190,5±22,4	90,1	211,4±14,8	100 (27.09)
Variegatus	47,0± 8,1	22,4	120,5±26,1	57,4	150,6±12,9	71,7	188,2±21,7	89,6	210,0±22,3	100 (10.10)
Zebrinus	68,1±22,6	25,1	150,2±41,2	55,4	198,8±31,8	73,3	242,5±36,1	89,4	271,2±28,4	100 (12.10)
Gracillimus	47,2±15,3	22,4	112,1± 10,5	53,3	152,3±14,5	72,4	185,4±10,9	88,1	210,4±41,6	100 (14.10)
Melepartus	60,1±5,6	23,8	142,7± 11,9	56,5	173,1±27,8	68,5	208,6±23,9	82,6	252,6±14,2	100 (14.10)
Strictus	58,3±9,6	22,7	128,9±22,4	50,2	179,2±12,7	69,8	224,1±29,9	87,3	256,7±34,8	100 (15.10)
Morning Light	43,1±16,8	19,9	110,2±19,7	52,0	174,8±21,9	83,1	182,6±	86,7	201,4±39,6 218,2±45,2	92,3 (19.09) 100 (18.10)

* — указана длина генеративного побега с метелкой; ** — средняя дата завершения линейного роста.

Таблица 2. Средние показатели морфологических параметров метелки сортов мискантуса китайского и даты генеративной фазы за вегетационный период 2019–2021 гг., шт., см ($n = 20$)

Table 2. Average indicators of the morphological parameters of the panicle of *Miscanthus sinensis* varieties and the dates of the generative phase for the growing season 2019–2021, pieces, cm ($n = 20$)

Сорт	Длина метелки, см	Количество		Длина веточек, см	Начало	
		ярусов	веточек		бутонообразования	цветения
Flamingo	29,6±3,5	4,3±0,1	15,4±0,9	18,4±2,2	26.07±4	07.08±4
Kleine Silberspinne	21,9±2,1	2,2±0,1	8,1±0,4	16,4±0,9	07.08±7	24.08±6
Karl Foerster	29,0±3,9	5,1±0,2	14,6±0,6	17,9±1,2	10.08±8	01.09±6
Little Zebra	25,1±1,9	4,3±0,3	12,8±0,9	18,3±1,6	01.09±9	16.09±7
Grosse Fontane	33,2±3,8	9,1±0,5	29,6±3,6	20,8±2,0	31.08±5	18.09±4
Punktchen	24,1±2,4	6,4±0,4	17,5±1,5	14,4±1,0	02.09±7	20.09±6
Sarabande	26,8±3,5	4,9±0,1	22,1±2,4	18,4±1,2	05.09±6	27.09±4
Variegatus	26,9±2,8	7,7±0,9	22,8±1,8	19,1±1,6	26.09±3	10.10±4
Zebrinus	31,1±3,6	10,3±0,8	37,3±3,1	17,5±1,2	16.09±3	12.10±3
Gracillimus	28,8±1,2	7,8±0,4	22,4±1,2	14,4±0,6	21.09±3	14.10±4
Melepartus	25,5±2,7	11,2±1,0	41,7±3,4	15,3±0,9	08.09±8	14.10±3
Strictus	26,7±3,3	6,8±0,3	21,7±3,7	16,9±0,6	24.09±5	15.10±3
Morning Light	24,4±4,1	9,2±0,4	27,6±2,9	17,1±1,1	02.10±2	18.10*

* — наступление генеративной фазы отмечено только в 2020 г.

ных периодов сохраняли ритмы онтогенеза, аналогичные природным. Начало вегетации наступало 12–17.04, а завершение ростовых процессов и достижение наибольшего декоративного эффекта в фазе цветения у ранозцветающих сортов отмечено с 5–12.08, среднецветущих — 16–12.09, поздноцветущих — 12–18.10, при достижении суммы эффективных температур на период фазы цветения в 2019 г. — 1059,8–1585,7 °С, в 2020 г. — 1026,5–1638,8 °С, в 2021 г. — 1063,75–1437,0 °С (сумма для самого ранне- и поздноцветущего сортов).

Генеративные побеги сортов раннего и среднего сроков цветения к середине июня достигали 60–80% конечного линейного размера с развитием до 60–70% листовых пластинок, а к середине июля — 80–90%

(170–200 см), и даже в вегетативном состоянии выглядели декоративно за счет формы куста и декоративного состояния листьев, которые к этому сроку развивались на 75–90%.

Динамические показатели линейного роста генеративных побегов коррелируют с суммой эффективных температур вегетационного периода: в 2019 г. — $r = 0,93-0,96$; в 2020 г. — $r = 0,85-0,9$, в 2021 г. — $r = 0,90-0,92$.

Сорта мискантуса китайского Flamingo, Kleine Silberspinne, Karl Foerster, Little Zebra, Grosse Fontane, Punktchen, Sarabande, Variegatus, Zebrinus, Gracillimus, Melepartus, Strictus, Morning Light устойчивы в культуре, долгоживущие, высокодекоративные и могут быть рекомендованы в озеленении.

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

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Желтовская Т.Т. Декоративные травы в вашем саду. М.: Фитон XXI; 2014: 176.
2. Якименко В. Н., Капустянчик С. Ю., Галицын Г. Ю. Возделывание мискантуса в континентальных регионах России. *Земледелие*. 2021; 2: 27–31. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10206.
3. Берсенева С.А., Ивлева О.Е., Маслова А.О. Технические возможности видов рода мискантус (*Miscanthus Anderss*) и перспективы его возделывания на территории Приморского края. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020; 7(97): 2:6-10. Доступно по: <https://research-journal.org/biology/technicheskie-vozmozhnosti-vidov-roda-miscanthus-miscanthus-anderss-i-perspektivy-ego-vozdelyvaniya-na-territorii-primorscogo-kрая>. (Ссылка активна на 10.05.2022.). doi:<https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.033>.
4. Капустянчик С.Ю., Бурмакина Н.В., Якименко В.Н. Оценка эколого-агрохимического состояния агроценоза с многолетним выращиванием мискантуса в Западной Сибири. *Агрохимия*. 2020; 9:65-73. doi: 10.31857/S0002188120090082

REFERENCES

1. Zheltovskaya T.T. *Ornamental grasses in your garden*. Moscow: Fiton XXI; 2014: 176. (In Russian).
2. Yakimenko V.N., Kapustyanchik S.Yu., Galitsyn G.Yu. Cultivation of *Miscanthus* in the continental regions of Russia. *Agriculture*. 2021; 2: 27–31. (In Russian). doi: 10.24411/0044-3913-2021-10206.
3. Berseneva S.A., Ivleva O.E., Maslova A.O. Performance potential of species of *Miscanthus Anderss* genus and prospects of its cultivation in Primorsky krai. *International research journal*. 2020; 7(97): 2:6-10. Available at: <https://research-journal.org/biology/technicheskie-vozmozhnosti-vidov-roda-miscanthus-miscanthus-anderss-i-perspektivy-ego-vozdelyvaniya-na-territorii-primorscogo-kрая>. Accessed May 10, 2022. (In Russian). doi:<https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.033>.
4. Kapustyanchik S.Yu., Burmakina N.V., Yakimenko V.N. Assessment of the ecological state of agrocenosis with long-term cultivation of *Miscanthus* in Western Siberia. *Agrochemistry*. 2020; 9:65-73. (In Russian). doi: 10.31857/S0002188120090082.

5. Зоны морозостойкости растений- какие бывают и зачем их знать? Доступно по: <https://www.botanichka.ru/article/zonyi-morozostoykosti-rasteniy-kakie-byivayut-i-zachem-ih-znat/> (Ссылка активна на 11.04.2022.).
6. Гречушкина-Сухорукова Л.А., Гречушкина-Сухорукова Н.А. Морфобиологические и декоративные особенности видов и сортов рода *Miscanthus Anderss* в коллекции Ставропольского ботанического сада. *Вестник АПК Ставрополя*. 2018;2:91-95.
7. Трулевич Н.В. *Эколого-фитоценотические основы интродукции растений*. М.: Наука; 1991:216.
8. Цвелев Н. Н. *Злаки СССР / отв. ред. Федоров Ан. А.* Л.: Наука; 1976:788.
9. Серебрякова Т.И. *Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков*. М.: Наука; 1971: 360.
10. Waggy, Melissa A. 2011. *Miscanthus sinensis*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/missin/all.html> [2022, March 19].
11. Зайцев Г.Н. *Фенология травянистых многолетников*. М.: Наука; 1978: 150.
12. Павлова М. Д. *Практикум по сельскохозяйственной метеорологии*. М.: Колос; 1968:200.
13. Плохинский Н.А. *Биометрия*. М.: Изд-во Московского государственного университета; 1970: 367.
5. Plant frost resistance zones-what are they and why know them? Available at: <https://www.botanichka.ru/article/zonyi-morozostoykosti-rasteniy-kakie-byivayut-i-zachem-ih-znat>. Accessed February 10, 2022. (In Russian).
6. Grechushkina-Sukhorukova LA, Grechushkina-Sukhorukova NA. Morphological and decorative features of species and varieties of the genus *Miscanthus Anderss* in the collection of the Stavropol Botanical Garden. *Bulletin of Agroindustrial Complex of Stavropol*; 2018: 91-95. (In Russian).
7. Trulevich NV. *Ecological and phytocenotic bases of plant introduction*. Moscow: Nauka; 1991:216. (In Russian).
8. Tselev NN. *Cereals of the USSR / ed. an. Fedorov AA*. Leningrad: Nauka; 1976: 788. (In Russian).
9. Serebryakova TI. *Morphogenesis of shoots and evolution of life forms of cereals*. Moscow: Nauka; 1971: 360. (In Russian).
10. Waggy, Melissa A. 2011. *Miscanthus sinensis*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/missin/all.html> [2022, March 19].
11. Zaitsev GN. *Phenology of herbaceous perennials*. Moscow: Nauka; 1978: 150. (In Russian)
12. Pavlova MD. *Workshop on agricultural meteorology*. Moscow: Kolos; 1968:200 (In Russian).
13. Plohinskij N.A. *Biometrics*. Moscow: Publishing House of Moscow State University; 1970: 367. (In Russian).

ОБ АВТОРЕ:

Людмила Андреевна Гречушкина-Сухорукова, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией флоры и растительности Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Ленина, д. 478, Ставрополь, Ставропольский край, 355029, Российская Федерация
+7 928 3399019;
E-mail: grechushkinala@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR:

Lyudmila Andreevna Grechushkina-Sukhorukova, Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Flora and Vegetation North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, st. Lenina, 478, Stavropol, Stavropol Territory, 355029, Russian Federation
+7 928 3399019;
E-mail: grechushkinala@mail.ru



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 плодородства: какие изменения назрели?
- Российское плодородство: 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 выступлений: +7 (988) 248-47-17

e-mail: events@agbz.ru

Регистрация на сайте: fruitforum.ru

Реклама 12+



УДК 634.22:631.52 (471.63)

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-183-187

Т.В. Меншутина, ✉
М.Г. Костенко,
Е.В. Попова*Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, с. Соленое Займище, Астраханская область, Российская Федерация*✉ likasta_m@mail.ruПоступила в редакцию:
26.04.2022Одобрена после рецензирования:
02.08.2022Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-183-187

Tatyana V. Menshutina, ✉
Marina G. Kostenko,
Elena V. Popova*Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche village, Astrakhan region, Russian Federation*✉ likasta_m@mail.ruReceived by the editorial office:
26.04.2022Accepted in revised:
02.08.2022Accepted for publication:
22.08.2022

Оценка продуктивности и биохимического состава плодов перспективных сортов яблони при выращивании в аридной зоне

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Перечень ввозимых сортов и подвоев зачастую обусловлен маркетинговой политикой стран-производителей; они не апробированы в условиях конкретного региона. Впервые в засушливых условиях Астраханской области была проведена комплексная оценка новых интродуцированных сортов яблони осеннего и зимнего срока созревания для подбора современного адаптивного сорта для аридных условий.

Методы. Опыт заложен в 2012 г. в экспериментальном плодовом саду Прикаспийского аграрного федерального научного центра Российской академии наук. Цель исследований — комплексная оценка сортов яблони по хозяйственно-биологическим показателям для оптимизации регионального сортамента и подбор лучших сортов для возделывания по интенсивным технологиям в условиях Астраханской области. В статье представлены результаты изучения 9 новых сортов яблони по компонентам продуктивности в условиях полупустынной зоны Северного Прикаспия.

Результаты. Установлено, что в условиях аридной зоны наиболее скороплодными сортами являются Ренет Симиренко, Прикубанское, Память есаулу и Ренет Кубанский, заплодоносившие на второй год вегетации (0,2–0,5 кг/дер.). Высокой урожайностью в течение последних пяти лет характеризовались сорта Прикубанское (31,0 т/га), Галакуб (31,1 т/га) и Пиново (28,7 т/га). Гармоничным вкусом плодов яблок выделились сорта Прикубанское, Память есаулу, Ренет кубанский (16,7–20,0). Более сладкие плоды были у сортов Золотая корона, Пасхальное, Галакуб, Ред Чиф и Пиново (21,0–35,8).

Ключевые слова: яблоня, сорт, скороплодность, продуктивность, урожайность, биохимический состав

Для цитирования: Меншутина Т.В., Костенко М.Г., Попова Е.В. Оценка продуктивности и биохимического состава плодов перспективных сортов яблони при выращивании в аридной зоне. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-360-6-183-187>

© Меншутина Т.В., Костенко М.Г., Попова Е.В.

Evaluation of productivity and biochemical composition of fruits of promising apple varieties, grown in the arid zone

ABSTRACT

Relevance. The list of imported varieties and rootstocks is often determined by the marketing policy of the producing countries; they had not been tested for specific conditions. For the first time in the arid conditions of the Astrakhan region a comprehensive assessment of new introduced apple varieties of autumn and winter ripening period was carried out to select a modern adaptive assortment for arid conditions.

Methods. The experiment was laid in 2012 in the experimental orchard of the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The purpose of the research is a comprehensive assessment of apple varieties by economic and biological indicators to optimize the regional assortment and selection of the best varieties for cultivation using intensive technologies in the Astrakhan region. The article presents the results of the study of 9 new apple varieties by productivity components in the semi-desert zone of the Northern Caspian Sea.

Results. It was found that in the conditions of the arid zone, the most rapid-fruited varieties are Renet Simirenko, Prikubanskoe, Pamyati esaulu and Renet Kubansky, who fructified in the second year of vegetation (0.2–0.5 kg/tree). Prikubanskoye (31.0 t/ha), Galakub (31.1 t/ha) and Pinovo (28.7 t/ha) varieties have been characterized by high yields over the past five years. The harmonious taste of apple fruits distinguished varieties Prikubanskoe, Pamyati esaulu, Renet Kubansky (16.7–20.0). Varieties Zolotaya korona, Paskhalnoe, Galakub, Red Chief and Pinovo had sweeter fruits (21.0–35.8).

Key words: apple tree, variety, fertility, productivity, yield, biochemical composition

For citation: Menshutina T.V., Kostenko M.G., Popova E.V. Evaluation of productivity and biochemical composition of fruits of promising apple varieties, grown in the arid zone. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-183-187> (In Russian).

© Menshutina T.V., Kostenko M.G., Popova E.V.

Введение/Introduction

Садоводство — важнейший сектор агропромышленного комплекса страны, который призван обеспечить потребности населения плодами, ягодами по доступным ценам в широком ассортименте [1].

Плоды яблоны являются необходимым продуктом питания в рационе человека. При сравнительно невысокой энергетической ценности яблоки являются источником витаминов, органических кислот и минеральных солей, ароматических веществ, клетчатки и легко усваиваемых организмом углеводов, которые играют важную физиологическую роль в обмене веществ [2].

В настоящее время региональным правительством Астраханской области садоводство определено приоритетной отраслью. Начиная с 2006 г. активизировалась закладка многолетних насаждений в крестьянско-фермерских хозяйствах, площадь новых посадок достигла 320,5 га, из них 170 га заложено по интенсивным технологиям с капельным орошением, в перспективе планируется закладка новых площадей [3].

Собственные саженцы в Астраханской области не выращиваются, поэтому новые сады закладываются сортами и подвоями, не проверенными на степень их соответствия почвенно-климатическим условиям места выращивания.

Вместе с тем известно, что неудачный выбор сортов, слабо адаптированных к погодным стрессорам, или недостаточная изученность их по этому показателю в большой степени определяют низкую продуктивность насаждений плодовых культур [4, 5].

Соответственно, для устойчивого развития отрасли необходимо вводить в промышленное садоводство Астраханской области подвои и сорта с повышенным адаптивным потенциалом. От правильного их подбора в большой степени зависят продуктивность садов и экономическая эффективность возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях. В связи с этим цель наших исследований — комплексная оценка сортов яблоны по хозяйственно-биологическим признакам для оптимизации регионального сортимента и подбор лучших сортов для возделывания по интенсивным технологиям в условиях Астраханской области.

Материалы и методы/Materials and methods

Материалом исследований являлись 9 сортов яблоны осеннего и зимнего срока созревания отечественной и иностранной селекции, привитые на среднерослый клоновый подвой 54–118. Сорта были высажены весной 2012 г. по схеме 5,0 × 2,0 м (1000 дер./га). Каждого сорта высажено по 8 деревьев. Опыт — однофакторный. Учеты и наблюдения проводились на 5 типичных деревьях каждого сорта в трехкратной повторности. Контролем являлся зимний сорт Ренет Симиренко, районированный по Астраханской области. Все учеты и наблюдения проводили в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6]; площадь поперечного сечения штамба (S) рассчитывали по формуле $S_{штамба} = \pi d_1^2 / 4$; удельная продуктивность рассчитывалась по формуле ср. урожайность кг/дер./ср. $S_{штамба}$; коэффициент периодичности плодо-

ношения (J), изменяющийся от 0 до 100%, вычислен по формуле L.S ingh:

$$J = \frac{a_1 - a_2}{a_2 - a_3} + \frac{a_2 - a_3}{a_3 - a_4} + \dots + \frac{a_{n-1} - a_n}{a_n} / \frac{a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4 + \dots + 2a_{n-1} - a_n}{100\%},$$

где $a_1, a_2, a_3, a_4 \dots a_n$ — урожаи последовательных лет. По коэффициенту периодичности сорта подразделяются на 3 группы: $J < 40$ — ежегодно плодоносящие; $40 \leq J \leq 75$ — нерегулярно плодоносящие; $J > 75$ — резко периодически плодоносящие сорта [7]. Содержание сахаров и кислот в плодах яблок рассчитывалось по методике биохимического исследования растений (Ермаков А.И., 1987) [8]; биохимический состав плодов проверен в лаборатории ФГБУ «ГЦАС «Волгоградский»»; статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [9], а также с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel».

Основные климатические условия места проведения исследований — резкая континентальность, холодная малоснежная зима с частыми перепадами температуры, экстремально засушливое, жаркое, сопровождающееся постоянными суховеями лето, крайне малое количество осадков в течение года (250–260 мм). Испаряемость в 3–5 раз превышает количество выпавших осадков. Сумма активных температур выше 10 °С — 3200–3400 °С [10]. Почвенный покров представлен светло-каштановыми, карбонатными, мощными и среднесплошными почвами с содержанием гумуса в пахотном горизонте 0–40 см — 1,02%, легкогидролизующего азота и подвижного фосфора — 24,4 и 26,4 мг/кг почвы соответственно, обменного калия — 368 мг/кг почвы. Грунтовые воды залегают ниже 3,5 м, участок орошаемый [11].

Результаты и обсуждения/Results and discussion

По результатам наших исследований установлено, что изучаемые сорта по скороплодности разделяются на 3 группы: в первую группу вошли очень скороплодные сорта Ренет Симиренко, Прикубанское, Память есаулу и Ренет Кубанский, которые уже на второй год вегетации вступили в плодоношение; во вторую группу вошли сорта Галакуб, Пасхальное и Пинова, которые вступили в плодоношение на третий год и вошли в группу скороплодных, и в третью группу вошел сорт Ред Чиф, который заплодоносил на четвертый год после посадки и относится к группе со средним сроком вступления в плодоношение (табл. 11).

Таблица 2. Скороплодность сортов яблоны, 2013–2015 гг.

Table 2. The rate of fruitfulness of apple varieties, 2013–2015

Сорт	Количество заплодоносивших растений, %			Продуктивность, кг/дер.		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Ренет Симиренко (к)	30,0	100,0	100,0	0,2	6,1	1,6
Галакуб	-	100,0	100,0	-	0,6	1,5
Пасхальное	-	66,7	100,0	-	0,1	0,9
Ред Чиф	-	66,7	100,0	-	-	0,3
Прикубанское	33,3	100,0	100,0	0,3	1,0	3,9
Память есаулу	100	100,0	100,0	0,5	1,0	3,7
Пинова	33,3	100,0	100,0	-	0,1	2,4
Ренет Кубанский	33,3	100,0	100,0	0,2	0,5	0,5
Золотая корона	66,7	100,0	100,0	-	0,3	3,7

Сорта яблоны Память есаулу, Ренет Кубанский и Ред Чиф в аридных условиях формируют очень крупные плоды со средней массой 200–217 г. У сортов Прикубанское, Золотая корона, ГалаКуб и Пинова плоды крупные с средней массой 150–167 г. У сорта Пасхальное и контроля Ренет Симиренко плоды средней величины — 132 и 135 г соответственно (табл. 2).

Высоко товарными в условиях региона являются сорта Прикубанское, Ренет Кубанский, Ред Чиф и Пинова с выходом плодов высшего и первого товарных сортов от 66,2 до 74,3% при товарности плодов контроля 61,6%.

Предуборочное опадение плодов осуществляется в период их созревания. В зависимости от особенностей сорта, агротехники, погодных условий оно может проявляться по-разному.

Предуборочная осыпаемость плодов у изучаемых сортов составила 4,9–46,4%. Высокой осыпаемостью плодов характеризовались сорта Пасхальное (46,4%) и ГалаКуб (30,5%) (рис. 1).

Меньше всего плоды осыпались у сортов Пинова (3,9%) и Прикубанское (4,9%). У сортов Ренет Кубанский, Золотая корона, Ред Чиф и Память есаулу осыпаемость была в пределах 6,1–11,1%, у Ренет Симиренко — 16,8%.

Оценка урожайности за 5 лет товарного плодоношения показала, что сорта Прикубанское и ГалаКуб относятся к группе высокоурожайных сортов (31,0–31,1 т/га) (табл. 3).

К среднеурожайным (22,8–28,7 т/га) относятся все остальные находящиеся в изучении сорта — это Ренет Симиренко, Память есаулу, Ренет Кубанский, Золотая корона, Пасхальное, Ред Чиф и Пиново.

По сравнению с контролем более высокую продуктивность и урожайность, как суммарную, так и с единицы площади, в течение последних пяти лет показали сорта Прикубанское (31,0 т/га), ГалаКуб (31,1 т/га) и Пиново (28,7 т/га).

При оценке урожайности важным показателем является удельная продуктивность (доля урожая на единицу проекции и объема кроны, а также сечения штамба), более объективно характеризующая урожайность деревьев с учетом различий их в размере, что является определяющим в оценке сортов [12].

Максимальной удельной продуктивностью выделены только деревья сорта Прикубанское (0,57 кг/см²), достоверно превысив-

Таблица 2. Технические показатели плодов, 2016–2021 гг.

Table 2. Technical indicators of fruits, 2016–2021

Сорт	Средняя масса плода, г	Диаметр плода, мм	Высота, мм	Индекс формы*
Ренет Симиренко (контроль)	135,0	54,5	58,3	1,1
Прикубанское	167,0	53,3	63,0	1,2
Память есаулу	200,0	54,3	81,0	1,5
Ренет Кубанский	217,0	57,0	65,0	1,1
Золотая корона	150,0	48,0	75,0	1,6
Пасхальное	133,0	50,2	60,0	1,2
ГалаКуб	150,0	50,0	62,0	1,2
Ред Чиф	217,0	52,0	66,0	1,3
Пинова	167,0	54,0	56,0	1,0

* Индекс формы: 1 — плоды круглые, < 1 — плоды приплюснутые, > 1 — плоды вытянутые.

Рис. 1. Предуборочная осыпаемость плодов, %, 2016–2021 гг.

Fig. 1. Pre-harvest fruit shedding, %, 2016–2021

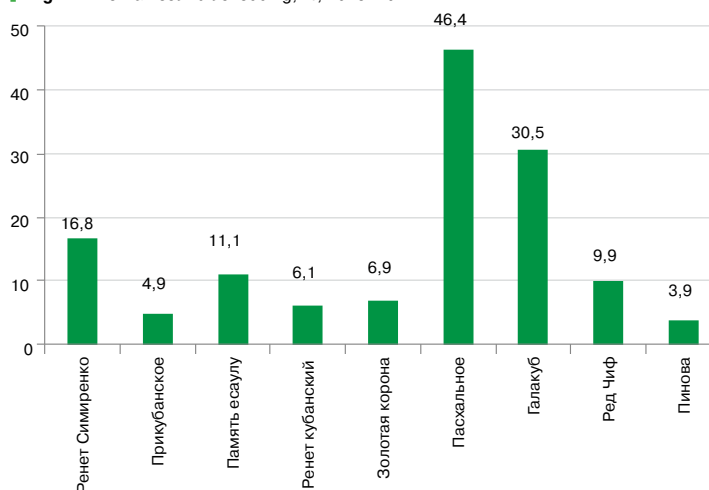
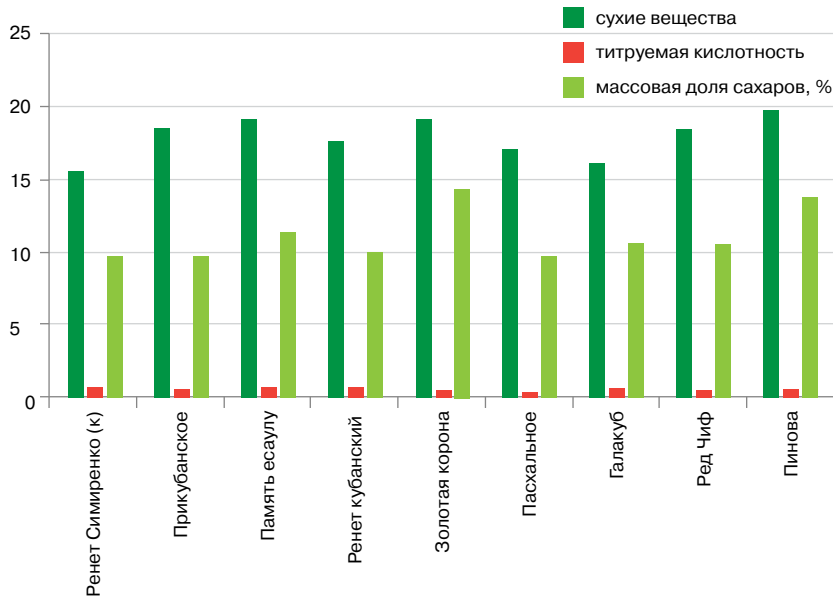
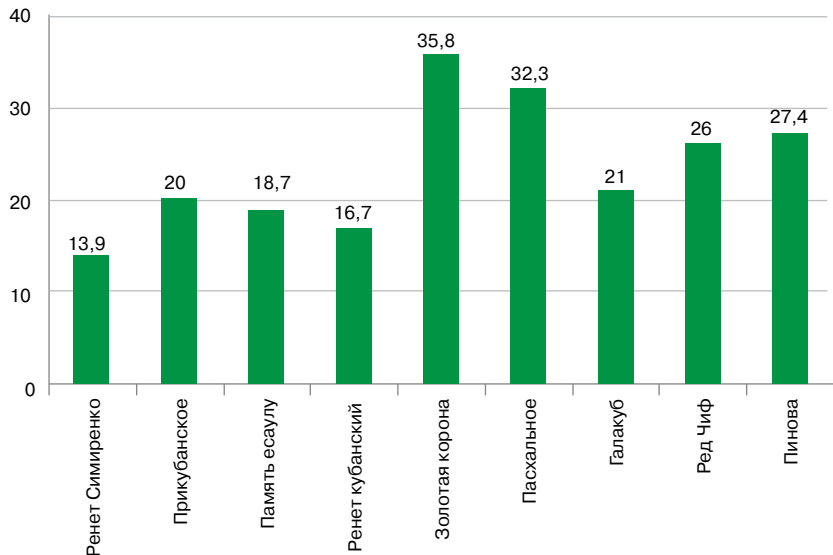


Таблица 3. Продуктивность, урожайность и периодичность плодоношения сортов яблоны, 2016–2021 гг.

Table 3. Productivity, yield and frequency of fruiting of apple varieties, 2016–2021

Сорт	Продуктивность		Урожайность, т/га	Удельная продуктивность, кг/см ²	Индекс периодичности плодоношения (J), %
	кг/дерево	суммарная, кг/дер.			
Ренет Симиренко (к)	24,5	147,0	24,5	0,36	19,8
Прикубанское	31,0	186,0	31,0	0,57	14,5
Память есаулу	27,3	163,6	27,3	0,41	46,5
Ренет Кубанский	22,8	136,8	22,8	0,40	29,2
Золотая корона	24,9	149,3	24,9	0,28	33,6
Пасхальное	24,5	146,7	24,5	0,51	16,3
ГалаКуб	31,1	186,7	31,1	0,30	9,1
Ред Чиф	23,2	139,0	23,2	0,40	13,2
Пиново	28,7	172,0	28,7	0,38	19,7
НСР ₀₅	0,6	2,2	3,7	0,2	

Рис. 2. Биохимический состав плодов сортов яблони, 2019–2021 гг.**Fig. 2.** Biochemical composition of fruits of apple varieties, 2019–2021**Рис. 3.** Сахарокислотный индекс сортов яблони, 2019–2021 гг.**Fig. 3.** Sugar-acid index of apple varieties, 2019–2021

шие на 0,1 кг/см² показатели деревьев контрольного сорта Ренет Симиренко (0,36 кг/см²). У остальных сортов отмечена средняя продуктивность в пересчете на единицу площади сечения штамба (0,28–0,51 кг/см²).

Периодичность плодоношения — нежелательный признак многих сортов яблони, обусловленный в большей степени биологическими особенностями сорта, а также влиянием неблагоприятных условий произрастания [13].

Изучение продуктивности сортов яблони в условиях севера Астраханской области показало, что индекс периодичности плодоношения у изучаемых сортов варьировал от 9,1 до 46,5%. Средней степенью периодичности плодоношения характеризовался сорт Память есаулу ($J = 46,5\%$), у которого отмечено нерегулярное плодоношение по годам. Все остальные сорта относятся к ежегодно плодоносящим ($J = 9,1...33,6\%$).

В результате проведенных анализов установлено, что содержание растворимых сухих веществ в плодах яблони в условиях засушливого климата варьировало от 16,0 до 19,7%. Максимальное содержание сухих растворимых веществ зафиксировано у сортов Прикубанское,

Память есаулу, Золотая корона, Ред Чиф и Пиново (18,4–19,7%). Низкий показатель был у контрольного сорта Ренет Симиренко (15,7%), который на 0,3–1,8% уступал сортам Ренет Кубанский, Пасхальное и Галакуб (16,0–17,5%) (рис. 2).

Содержание сахаров в плодах в зависимости от сорта составило 9,7...13,7%. Достаточно высоким содержанием сахаров выделились сорта Пиново и Золотая корона (13,7–14,3%). Минимальное содержание сахаров отмечено в плодах у сортов Ренет Симиренко и Пасхальное (9,7%). У остальных сортов этот показатель на 0,3–1,5% выше контрольного сорта.

Высокая кислотность (более 1%) не выявлена ни у одного сорта, показатель был в пределах 0,3–0,7%. У контрольного сорта Ренет Симиренко в плодах содержание кислоты было на 0,1–0,4% выше остальных изучаемых сортов.

Высокое содержание сахаров и умеренная кислотность придают плодам гармоничный вкус, а их соотношение обеспечивается сахарокислотным индексом (рис. 3).

Более сладкими плодами выделились сорта Золотая корона, Пасхальное, Галакуб, Ред Чиф и Пиново (21,0–35,8), у сортов Прикубанское, Память есаулу, Ренет Кубанский плоды обладают гармоничным вкусом (индекс (16,7–20,0)). Более кислыми плодами по сравнению с другими сортами характеризовался контрольный сорт Ренет Симиренко (13,9) (рис. 3).

Выводы/ Conclusion

В условиях засушливой зоны Астраханской области наиболее скороплодными сортами являются

Ренет Симиренко, Прикубанское, Память есаулу и Ренет Кубанский, которые уже на второй год вегетации вступили в плодоношение. Высокотоварными в условиях региона являются сорта Прикубанское, Ренет Кубанский, Ред Чиф и Пиново с выходом плодов высшего и пКрвого товарных сортов от 66,2 до 74,3%.

Более высокую продуктивность и урожайность в течение последних пяти лет показали сорта Прикубанское (31,0 т/га), Галакуб (31,1 т/га) и Пиново (28,7 т/га).

Все изучаемые сорта характеризовались как ежегодно плодоносящие ($J = 9,1–33,6\%$), кроме сорта Память есаулу ($J = 46,5\%$), у которого в силу чередования урожайных и неурожайных лет плодоношение было нестабильное.

Максимальная концентрация сахаров отмечалась у плодов сорта Золотая корона. По сладости выделились сорта Золотая корона, Пасхальное, Галакуб, Ред Чиф и Пиново с сахарокислотным индексом от 21,0 до 35,8, у сортов Прикубанское, Память есаулу, Ренет кубанский плоды обладают гармоничным сочетанием от 16,7 до 20,0.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казиев М.Р.А., Шахмирзоев Р.А. Совершенствование сорта-мента интенсивного садоводства Дагестана. *Аграрная наука*. 2021;10: 94-98.
2. Седов Е. Н., Седов Е. Н., Серова З. М., Седышева Г. А., Макаркина М. А. Приоритетные направления селекции и новые сорта яблони для промышленных и любительских садов. *Справочное издание под общей редакцией академика РАН Е. Н. Седова*. Орел: Изд-во ВНИИСПК. 2016;64.
3. Современное состояние и перспективы социально экономического развития Астраханской области (к Дням Астраханской области в Совете Федерации). *Аналитический Вестник*. Москва. 2021; 12 (772).
4. Упадышева Г.Ю. Влияние подвоя на рост и продуктивность черешни в Московской области. Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019; 2; Т.6: 92-95.
5. Гасимов Ф.М., Глаз Н.В. Новые перспективные формы яблони селекции ЮУНИИСК. *АПК России*. 2021; 5; Т.28: 581-584.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур: под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова, д.с.-х.н. Т.П. Огольцовой. Орел: Издательство Всероссийский НИИ селекции плодовых культур. 1999. 46-47.
7. Singh L.B. Studies in biennialbearing (II). *J. of Horticultural sci.* Vol.24. № 1, 2. 1948. P. 45-65;
8. Л.Ю. Рыжих, И.А. Гусева. Анализ химического состава растений и удобрений. *Казанский университет*. 2019; 29 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд. перепеч. С 5-го изд. М.: Альянс. 2011; 350.
10. Меншутина Т.В. Хозяйственно-биологическая оценка клоновых подвоев и привойно-подвойных комбинаций яблони в аридных условиях Северного Прикаспия: дис...канд. с.-х. наук: 06.01.08. Мичуринск, 2019: 171.
11. Давыдова Л.М. Материалы агрохимического обследования почв ГНУ ПНИИАЗ. Астрахань. 2001: 18-20.
12. Атабиев К. М. Оценка продуктивности перспективных сортов яблони в условиях Северной Осетии-Алании. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018; 52(04): 11-20.
13. Чернов В.В. Особенности формирования урожайности и качества плодов яблони путем оптимизации технологии защиты против яблонной плодожорки. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.08. Краснодар, 2020: 137.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Владимировна Меншутина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела плодово-ягодных культур Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, с. Соленое Займище, Астраханская область, 416251, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0003-3573-2773> e-mail: menshutinat2017@mail.ru

Марина Геннадьевна Костенко, младший научный сотрудник отдела плодово-ягодных культур Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, с. Соленое Займище, Астраханская область, 416251, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-5879-745X> e-mail: likasta_m@mail.ru,

Елена Викторовна Попова, младший научный сотрудник отдела плодово-ягодных культур Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, с. Соленое Займище, Астраханская область, 416251, Российская Федерация <https://orcid.org/0000-0002-0677-9372> e-mail: likasta_m@mail.ru,

REFERENCES

1. Kaziev M.R.A., Shakhmirzoev R.A. Improving the assortment of intensive horticulture in Dagestan. *agricultural science*. 2021;10: 94-98 (In Russian.).
2. Sedov E. N., Sedov E. N., Serova Z. M., Sedysheva G. A., Makarkina M. A. Priority directions of breeding and new varieties of apple trees for industrial and amateur gardens. Reference edition under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Sciences E. N. Sedov. Eagle: VNIISPК Publishing House. 2016:64 (In Russian.).
3. The current state and prospects for the socio-economic development of the Astrakhan region (to the Days of the Astrakhan region in the Federation Council). *Analytical Bulletin*. Moscow. 2021; 12 (772) (In Russian.).
4. Upadysheva G.Yu. Influence of the rootstock on the growth and productivity of sweet cherries in the Moscow region. Breeding and variety breeding of horticultural crops. 2019; 2; Т.6: 92-95 (In Russian.).
5. Gasimov F.M., Glaz N.V. New perspective apple-tree forms of YUUNIISK breeding. *APK of Russia*. 2021; 5; Т.28: 581-584 (In Russian.).
6. Program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops: under the general editorship of Academician RASKHN E.N. Sedov, Doctor of Agricultural Sciences T.P. Ogoltsova. Orel: Publishing House of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. 1999.46-47 (In Russian.).
7. Singh L.B. Studies in biennialbearing (II). *J. of Horticultural sci.* Vol.24. № 1, 2. 1948. P. 45-65.
8. L.Yu. Ryzhykh, I.A. Gusev. Analysis of the chemical composition of plants and fertilizers. *Kazan University*. 2019; 29 p. (In Russian)
9. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results. 6th ed. repech. From the 5th ed. M.: Alyans. 2011:350 (In Russian.).
10. Menshutina T.V. Economic and biological assessment of clonal rootstocks and graft-rootstock combinations of apple trees in arid conditions of the Northern Caspian: dis...Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.08. Michurinsk, 2019: 171 (In Russian)
11. Davydova L.M. Materials of agrochemical soil survey of wildebeest PNIIAZ. Astrakhan. 2001:18-20 (In Russian.).
12. Atabiev K. M. Evaluation of the productivity of promising apple varieties in the conditions of North Ossetia-Alania. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2018; 52(04):11-20 (In Russian.).
13. Chernov V.V. Features of the formation of yield and quality of apple fruits by optimizing the technology of protection against the codling moth. dis...cand. s.-x. Sciences: 06.01.08. Krasnodar, 2020: 137 (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Tatiana Vladimirovna Menshutina, candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Fruit and Berry Crops Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche village, Astrakhan region, 416251, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-3573-2773> e-mail: menshutinat2017@mail.ru

Marina Gennadiyevna Kostenko, junior researcher of the Department of Fruit and berry Crops Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche village, Astrakhan region, 416251, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-5879-745X> e-mail: likasta_m@mail.ru,

Elena Viktorovna Popova, junior researcher of the Department of Fruit and berry Crops Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche village, Astrakhan region, 416251, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-0677-9372> e-mail: likasta_m@mail.ru,

В.И. Лапшин, ✉
В.В. Яковенко,
Л.С. Ушак

Северо-Кавказский федеральный научный
 центр садоводства, виноградарства,
 виноделия, Краснодар, Российская
 Федерация

✉ lavai@list.ru

Поступила в редакцию:
 06.04.2022

Одобрена после рецензирования:
 02.08.2022

Принята к публикации:
 22.08.2022

Vadim I. Lapshin, ✉
Valentina V. Yakovenko,
Ljubov S. Ushak

North-Caucasian Federal Scientific Center
 for Horticulture, Viticulture, Winemaking,
 Krasnodar, Russian Federation

✉ lavai@list.ru

Received by the editorial office:
 06.04.2022

Accepted in revised:
 02.08.2022

Accepted for publication:
 22.08.2022

Оценка изменчивости признаков качества ягоды у ряда сортов и гибридных форм земляники садовой *Fragaria* × *ananassa Duch*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Высокие показатели признаков качества ягоды повышают селекционную и производственную ценность сортов и гибридов земляники. Важными характеристиками качества ягоды являются средняя масса ягоды, плотность мякоти ягоды, высота и наибольший диаметр ягоды. Достичь высокого уровня значений этих признаков можно за счет сочетания в одном генотипе максимальной близости их варьирования. В данной работе целью являлось описание сопряженной изменчивости признаков качества ягоды у ряда сортов и гибридных отборов земляники и выделение наиболее перспективных из них по изученным характеристикам.

Методы. Исследования проводились в период 2019–2021 гг., было изучено 12 сортов и 8 гибридных отборов по ряду хозяйственнозначимых признаков качества ягод: средняя масса ягоды, г; плотность мякоти ягоды, г; высота и наибольший диаметр ягоды, мм; содержание сухих растворимых веществ в ягодах, Brix, %.

Результаты. Установлено, что наибольший вклад в разнообразие изученных образцов вносит генотип. Относительно небольшое факторное влияние года выращивания на общее варьирование сортов и отборов по изученным признакам (от 0,06 до 1,6% фенотипической вариации) указывает на высокий потенциал адаптивности изученных форм для выращивания в данной природно-климатической зоне, обусловленный специфическими свойствами генотипов сортов и гибридов земляники. Путем вычисления по Пирсону парных корреляций в сочетании с применением кластерного анализа по методу Уорда как одной из процедур многомерной математической статистики, была дана оценка сопряженности варьирования изученных признаков у изученных форм, выделены перспективные для селекции и возделывания в региональных условиях сорта по качеству ягоды — Флоренс, Вивальди, Нелли, Сирия, Белруби, Хоней и Кемия, а также селекционно-ценные гибриды — 10-1-15 Белруби × Нелли, 35-14-15 Белруби × Онда и 35-11-15 Белруби × Флоренс.

Ключевые слова: земляника, сорта, гибридные формы, качество ягоды, кластерный анализ, корреляции

Для цитирования: Лапшин В.И., Яковенко В.В., Ушак Л.С. Оценка изменчивости признаков качества ягоды у ряда сортов и гибридных форм земляники садовой *Fragaria* × *ananassa Duch*. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-188-192>

© Лапшин В.И., Яковенко В.В., Ушак Л.С.

Evaluation of the variability of berry quality traits in a number of varieties and hybrid forms of strawberry *Fragaria* × *ananassa Duch*

ABSTRACT

Relevance. High values of berry quality traits increase the breeding and production worth of strawberry varieties and hybrids. Important characteristics of the quality of berry are the average fruit weight, the firmness of the pulp of berry, the height and the largest diameter of berry. It is possible to achieve a high level of values of these traits by combining the maximum similarity of their variation in one genotype. The aim of this work was the description of the associated variability of berry quality traits in a number of strawberry varieties and hybrid selections and the identification of the most promising from them according to the studied characteristics.

Methods. The studies were carried out in 2019–2021, 12 varieties and 8 hybrid selections were studied for a number of economically significant traits of berry quality: average fruit weight, g; berry pulp firmness, g; height and largest diameter of the berry, mm; content of dry soluble solids in berries, Brix, %.

Results. It has been established that the genotype makes the greatest contribution to the diversity of the studied samples. A relatively small factorial influence of the growing year on the overall variation of varieties and selections for the studied traits (from 0.06 to 1.6% of the phenotypic variance) indicates a high adaptability potential of the studied forms for growing in this natural and climatic zone, due to the specific properties of the genotypes of varieties and strawberry hybrids. By calculating pairwise Pearson's correlations in combination with the cluster analysis by the Ward's method as one of the procedures of multivariate mathematical statistics, an evaluation of the compatibility of variability by the studied traits was given, the varieties promising for breeding and cultivation under regional conditions in terms of berry quality have been identified — Florence, Vivaldi, Nelli, Syria, Belrubi, Honeoye and Kemia, as well as valuable for breeding hybrids — 10-1-15 Belrubi × Nelli, 35-14-15 Belrubi × Onda and 35-11-15 Belrubi × Florence.

Key words: strawberry, varieties, hybrid forms, quality of berry, cluster analysis, correlations

For citation: Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Ushak L.S. Evaluation of the variability of berry quality traits in a number of varieties and hybrid forms of strawberry *Fragaria* × *ananassa Duch*. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-188-192> (In Russian).

© Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Ushak L.S.

Введение/Introduction

Качество ягод земляники, определяемое товарными, потребительскими и биохимическими характеристиками, является одним из важнейших критериев производственной и селекционной ценности сортов гибридных отборов [1–3].

Для сортов и гибридных форм земляники, отличающихся адаптивностью к региональным условиям выращивания, особую важность имеет взаимосвязь изменчивости хозяйственно-биологических признаков, выражающаяся в сходном направлении их варьирования как в одном генотипе, так и в группе генотипически близких сортов и гибридных отборов [4–6].

Важность улучшения хозяйственно ценных параметров ягод земляники с учетом экологической специфики зон возделывания обусловлена потребностью в новых генотипах земляники садовой, ускоряющих решение ряда вопросов, связанных с комплексом взаимосвязанных признаков качества ягод [7–9].

Комплексное изучение сортоформ и гибридов земляники, предусматривающее как генетическое родство, так и различия между ними, обусловленные генотипом, традиционно использует ряд методов многомерной математической статистики, а также алгебраических процедур преобразования исходных данных, одной из которых является корреляционный анализ по Пирсону [10–11], позволяющий оценить удельную близость изменчивости учетных хозяйственно-ценных показателей у изучаемых образцов.

С учетом регионального разнообразия сортов и селекционных отборов земляники, а также изменчивости условий выращивания, выявление взаимной сопряженности варьирования среди признаков качества ягоды с последующим выделением ценных генотипов приобретает особую важность для селекции.

Определение сортов земляники, отличающихся ягодной продукцией высокого качества, обусловлено возрастающими запросами потребительского рынка свежих ягод в динамично изменяющихся условиях развития экономики. В связи с этим работа по селекционно-генетической оценке и выявлению перспективных сортов и гибридов данной культуры по комплексу взаимосвязанных признаков качества ягоды в настоящее время приобретает актуальность.

Цель данной работы состояла в описании сопряженной изменчивости признаков качества ягоды у ряда сортов и гибридных отборов земляники и выделении наиболее перспективных из них по изученным характеристикам.

Материалы и методы/Materials and methods

В работе изучались 12 сортов и 8 гибридных отборов земляники садовой: Нелли, Флоренс, Онда, Белруби, Альба, Клери, Сирия, Элегия, Хоней, Кемия, Свит Эйви, Вивальди, 20-1-15 (Онда × Елизавета II); 5-18-15, 5-17-15 (Онда × Белруби); 11-1-15, 35-11-15 (Белруби × Флоренс); 35-14-15 (Белруби × Онда); 10-1-15 (Белруби × Нелли); 13-1-15 (Флоренс × Белруби). Изменчивость сортов и гибридов в период 2019–2021 гг. анализировалась по пяти хозяйственно-ценным признакам качества ягод: средняя масса ягоды, г; плотность мякоти ягоды, г; высота и наибольший диаметр ягоды, мм; содержание сухих растворимых веществ в ягодах, $Brix$, %.

Учет признаков качества ягод проводился согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [12].

Анализ обусловленного генотипическими различиями варьирования учетных характеристик и выявление перспективных форм по изучаемому множеству признаков проводились с использованием модели двухфакторного дисперсионного описания, вычисления парных корреляций по Пирсону и иерархического кластерного анализа по методу Уорда. В математической обработке данных использовалось специализированное пособие [13] и дистрибутив программы «Statistica v.10».

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Изучение генетически обусловленного разнообразия сортов и гибридов земляники с учетом влияния условий года на проявление изученных признаков проводилось с применением двухфакторного дисперсионного анализа, выявившего существенное влияние факторов «генотип», «год» и их взаимодействия на изменчивость большинства показателей, за исключением фактора «год» на среднюю массу ягоды и высоту ягоды, а также взаимодействия факторов «генотип × год» на наибольший диаметр ягоды.

С учетом стандартных величин критерия F для 5%-ного показателя значимости по направлениям «генотип», «год» и взаимодействию «генотип × год» 1,28; 2,99 и 1,42 соответственно, полученные значения F составили по средней массе ягоды — 14,82; 0,24 и 1,64; по плотности мякоти ягоды — 135,67; 19,80 и 3,41; по высоте ягоды — 14,31; 1,24 и 1,71; по наибольшему диаметру ягоды — 11,98; 4,38 и 1,30; по содержанию сухих растворимых веществ в ягодах — 42,46; 12,25 и 2,61.

В соответствии с данными проведенного анализа, реализация изученных признаков в основном определяется генотипами изученных сортов и гибридных отборов, вклады в общую дисперсию этого фактора составили от 25,7 (наибольший диаметр ягоды) до 77,0% (плотность мякоти ягоды).

Сравнительно невысокий вклад фактора года выращивания в общую изменчивость сортов и отборов по изученным характеристикам (от 0,06 до 1,6% фенотипической вариации) указывает на хороший адаптивный потенциал изученных форм для выращивания в данной природно-климатической зоне, обусловленный генотипическими особенностями сортов и гибридов земляники.

Объединенное влияние факторов на варьирование изученных признаков находилось в интервале от 3,9 (плотность мякоти ягоды) до 6,9% (высота ягоды) общей вариации.

Дальнейшее изучение указанных сортов и гибридов по признакам качества ягод, определяющим комплексную характеристику перспективных генотипов земляники, предусматривало вычисление парных корреляций между учетными хозяйственно ценными показателями.

Всего было получено 10 показателей корреляций по 5 изученным характеристикам: их значения между массой и плотностью мякоти ягоды составили от $-0,86$ до $0,95$; массой и высотой ягоды — от $-0,86$ до $0,98$; массой и наибольшим диаметром ягоды — от $0,48$ до $0,96$; массой и содержанием сухих растворимых веществ в ягодах — от $-0,86$ до $0,89$; плотностью мякоти и высотой ягоды — от $-0,81$ до $0,87$; плотностью мякоти и наибольшим диаметром ягоды — от $-0,74$ до $0,84$; плотностью мякоти и содержанием сухих растворимых веществ в ягодах — от $-0,85$ до $0,94$; высотой и наибольшим диаметром ягоды — от $0,58$ до $0,99$; высотой и содержанием сухих растворимых веществ в ягодах — от $-0,72$ до

0,92; наибольшим диаметром ягоды и содержанием сухих растворимых веществ в ягодах — от -0,73 до 0,93.

Для выявления перспективных генотипов земляники среди изученных сортов и гибридных отборов по комплексу хозяйственно ценных корреляционных параметров, определяющих качество ягоды, была применена модель многомерной статистики, известная как иерархический кластерный анализ по методу Уорда, согласно которой группы генетически близких форм строятся по значениям дисперсий — минимальным внутри групп и максимальным между группами. Результаты построения групп по вычисленным значениям парного варьирования признаков в соответствии с кластерным ранжированием представлены на рисунке 1.

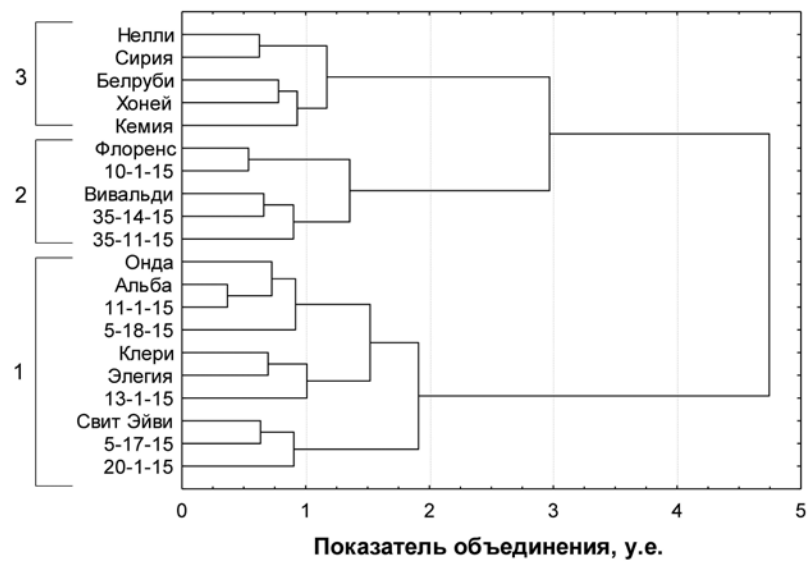
Коэффициент объединения 2,0 у.е. определил в рамках полученного кластерного дерева формирование трех групп, в первую из которых вошло 10, во вторую — 5 и в третью — 5 изученных форм соответственно.

Состав кластеров и средние значения корреляций по каждому признаку представлены в таблице 1.

Первая группа, включающая в себя 5 сортов и 5 гибридных отборов земляники (Онда; Альба; Клери; Элегия; Свит Эйви; 11-1-15 Белруби × Флоренс; 5-18-15, 5-17-15 Онда × Белруби; 13-1-15 Флоренс × Белруби; 20-1-15 Онда × Елизавета II), характеризуется сравнительно невысокими значениями корреляций по изучен-

Рис. 1. Распределение сортов и гибридов земляники по парным корреляциям признаков согласно кластерному анализу

Fig. 1. Placing of strawberry varieties and hybrids by pair correlations of traits, according to cluster analysis



ным признакам: самые высокие корреляции с учетными параметрами отмечены для высоты и наибольшего диаметра ягоды — 0,40 и 0,42; самые низкие — для плотности мякоти и содержания сухих растворимых веществ в ягодах — -0,06 и -0,07 соответственно.

Вторая группа, объединяющая сорта Флоренс и Вивальди, а также отборы 10-1-15 Белруби × Нелли, 35-14-15 Белруби × Онда и 35-11-15 Белруби × Флоренс, показала самые высокие корреляции для всех пяти признаков. Наибольшие значения (0,61; 0,69 и 0,61) отме-

Таблица 1. Кластеры и средние значения корреляций для изученных признаков

Table 1. Clusters and mean values of correlations for the studied traits

№ кластера	Состав кластера	Средняя масса ягоды, г	Плотность мякоти ягоды, г	Высота ягоды, мм	Наибольший диаметр ягоды, мм	Сухие растворимые в-ва, Brix, %
1	Онда, Альба, 11-1-15 Белруби × Флоренс, 5-18-15 Онда × Белруби, Клери, Элегия, 13-1-15 Флоренс × Белруби, Свит Эйви, 5-17-15 Онда × Белруби, 20-1-15 Онда × Елизавета II	0,35 (15,1)	-0,06 (430)	0,40 (35,3)	0,42 (33,0)	-0,07 (13,3)
2	Флоренс, 10-1-15 Белруби × Нелли, Вивальди, 35-14-15 Белруби × Онда, 35-11-15 Белруби × Флоренс	0,61 (16,7)	0,39 (380)	0,69 (34,3)	0,61 (32,0)	0,43 (14,1)
3	Нелли, Сирия, Белруби, Хоней, Кемия	0,50 (15,6)	-0,13 (370)	0,55 (33,0)	0,50 (30,2)	0,41 (14,5)

Примечание: в скобках — собственные средние значения признаков в кластерах.

Таблица 2. Парные корреляции между изученными признаками в кластерах

Table 2. Pair correlations between studied traits in clusters

№ кластера	Признаки			
	M	PL	VYS	D
1	PL: -0,05; VYS: 0,72; D: 0,79; BRIX: -0,05	VYS: -0,04; D: -0,001; BRIX: -0,15	D: 0,95; BRIX: -0,04	BRIX: -0,04
2	PL: 0,34; VYS: 0,84; D: 0,83; BRIX: 0,42	VYS: 0,46; D: 0,33; BRIX: 0,42	D: 0,94; BRIX: 0,51	BRIX: 0,36
3	PL: -0,14; VYS: 0,81; D: 0,80; BRIX: 0,52	VYS: -0,12; D: -0,28; RIX: 0,02	D: 0,97; BRIX: 0,55	BRIX: 0,54

Примечание: M — средняя масса ягоды, г; PL — плотность мякоти ягоды, г; VYS — высота ягоды, мм; D — наибольший диаметр ягоды, мм; BRIX — содержание сухих растворимых веществ в ягодах, Brix, %.

ченны для средней массы, высоты и наибольшего диаметра ягоды. Высокими значениями корреляций (0,39 и 0,43) характеризуются также плотность мякоти и содержание сухих растворимых веществ в ягодах.

Хорошие положительные корреляции (от 0,41 до 0,55) отмечены для значений признаков у пяти сортов, вошедших в третью группу: Нелли, Сирия, Белруби, Хоней, Кемия. Исключением в данном кластере является плотность мякоти ягоды со средним значением корреляций со всеми признаками –0,13.

Сочетание высоких показателей положительных корреляций с собственными значениями изученных признаков во втором и третьем кластерах (за исключением плотности мякоти ягоды) позволяет предположить генотипически обусловленную высокую рентабельность возделывания сортов земляники Флоренс, Вивальди, Нелли, Сирия, Белруби, Хоней, Кемия в региональных условиях, а также обновление сортимента культуры за счет гибридных отборов 10-1-15 Белруби × Нелли, 35-14-15 Белруби × Онда и 35-11-15 Белруби × Флоренс в Краснодарском крае.

Достоверность иерархического ранжирования подтвердилась в результате дисперсионного анализа с уровнем изменчивости «кластер». Для 7 из 10 показателей парных корреляций между пятью признаками стандартный показатель F 3,16 оказался ниже фактических значений данного критерия, которые составляли от 6,16 (средняя масса и плотность мякоти ягоды) до 38,59 (высота ягоды и содержание сухих растворимых веществ в ягодах). Исключение составили 3 парные корреляции: средняя масса и высота ягоды, средняя масса и наибольший диаметр ягоды, высота и наибольший диаметр ягоды, у которых были получены значения F 0,38–1,23.

Средние значения парных корреляций признаков качества ягоды для полученных кластеров приводятся в таблице 2.

Наиболее высокие значения парных корреляций с изученными признаками наблюдаются у высоты и наибольшего диаметра ягоды: взаимные положительные

корреляции указанных признаков в кластерах составили 0,94–0,97. Высокими значениями отличаются также показатели совместного варьирования в группах массы ягоды с ее высотой (0,72–0,84) и наибольшим диаметром (0,79–0,83).

Для плотности мякоти отмечаются высокие положительные корреляции (0,46 и 0,33) с высотой и наибольшим диаметром ягоды во втором кластере.

Содержание сухих растворимых веществ в ягодах совместно варьирует в направлении высоких положительных значений со всеми остальными изученными признаками во втором кластере (0,36–0,42), а также с массой и высотой ягоды (0,52 и 0,55) в третьем кластере.

Второй кластер характеризуется высокими положительными значениями парных корреляций по всем изученным признакам (0,33–0,94).

Отрицательные корреляции отмечены для следующих пар признаков: масса и плотность мякоти ягоды — в первой и третьей группах; масса и содержание сухих растворимых веществ — в первой группе (–0,05; –0,14 и –0,05 соответственно); плотность с высотой ягоды (–0,04 и –0,12) и ее наибольшим диаметром (–0,001 и –0,28) — в первом и третьем кластерах соответственно; высота и наибольший диаметр ягоды с содержанием в ягодах сухих растворимых веществ (–0,04) — в первом кластере.

Выводы/Conclusion

В результате выполненных исследований с применением корреляционного анализа и метода многомерной иерархической кластеризации установлено, что наиболее существенную перспективу для возделывания в условиях региона, обусловленную особенностями генотипов, имеют сорта садовой земляники Флоренс, Вивальди, Нелли, Сирия, Белруби, Хоней и Кемия. Гибридные отборы 10-1-15 Белруби × Нелли, 35-14-15 Белруби × Онда и 35-11-15 Белруби × Флоренс имеют селекционно-генетическую ценность для обновления сортимента.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Golussi R, Ferreira da Silva WM, Baduski B, Mello el Halal SL, Zavareze ER, Dias ARG. *LWT – Food Science and Technology*. 2021;143:111087. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111087
- Díaz-Galián MV, M. Torres, Sanchez-Pagán JD, Navarro PJ, Weiss J, Egea-Cortines M. *South African Journal of Botany*. 2021;140:269–275. DOI: 10.1016/j.sajb.2020.05.004
- Ornelas-Paz J de J, Yahia EM, Ramírez-Bustamante N, Pérez-Martínez JD, Escalante-Minakata M del P, Ibarra-Junquera V, Acosta-Muñiz C, Guerrero-Prieto V, Ochoa-Reyes E. *Food Chemistry*. 2013;138:372–381. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.006
- Rey-Serra P, Mnejja M, Monfort A. *Plant Science*. 2021;311:111010. DOI: 10.1016/j.plantsci.2021.111010
- Hossain A, Begum P, Zannat MS, Rahman MdH, Ashan M, Islam SN. *Food Chemistry*. 2016;199:648–652. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.056
- Sarıdaş MA, Ağçam E, Akbaş FC, Akyıldız A, Kargı SP. *South African Journal of Botany*. 2022;147:142–152. DOI: 10.1016/j.sajb.2022.01.010
- Sarıdaş MA. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021;97:103733. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103733

REFERENCES

- Golussi R, Ferreira da Silva WM, Baduski B, Mello el Halal SL, Zavareze ER, Dias ARG. *LWT – Food Science and Technology*. 2021;143:111087. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111087
- Díaz-Galián MV, M. Torres, Sanchez-Pagán JD, Navarro PJ, Weiss J, Egea-Cortines M. *South African Journal of Botany*. 2021;140:269–275. DOI: 10.1016/j.sajb.2020.05.004
- Ornelas-Paz J de J, Yahia EM, Ramírez-Bustamante N, Pérez-Martínez JD, Escalante-Minakata M del P, Ibarra-Junquera V, Acosta-Muñiz C, Guerrero-Prieto V, Ochoa-Reyes E. *Food Chemistry*. 2013;138:372–381. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.006
- Rey-Serra P, Mnejja M, Monfort A. *Plant Science*. 2021;311:111010. DOI: 10.1016/j.plantsci.2021.111010
- Hossain A, Begum P, Zannat MS, Rahman MdH, Ashan M, Islam SN. *Food Chemistry*. 2016;199:648–652. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.056
- Sarıdaş MA, Ağçam E, Akbaş FC, Akyıldız A, Kargı SP. *South African Journal of Botany*. 2022;147:142–152. DOI: 10.1016/j.sajb.2022.01.010
- Sarıdaş MA. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021;97:103733. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103733

8. Aaby K, Mazur S, Nes A, Skrede G. *Food Chemistry*. 2012;132:86-97. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.10.037

9. Negi YK, Saiwan P, Uniyal Sh, Mishra AC. *Scientia Horticulturae*. 2021;283:110038. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110038

10. Ariza MT, Soria C, Medina-Mínguez JJ, Martínez-Ferri E. *HortScience*. 2012;47(11): 1569-1573. DOI: 10.21273/HORTSCI.47.11.1569

11. Šamec D, Maretić M, Lugarić I, Mešić A, Salopek-Sondi B, Duralija B. *Food Chemistry*. 2016;194: 828-834. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.08.095

12. Седов ЕН, Огольцова ТП. (ред.) Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 1999. 608 с.

13. Kassambara A. Practical Guide to Cluster Analysis in R: *Unsupervised Machine Learning (Multivariate Analysis)*. STHDA: Al boukadel Kassambara. 2017. 187 p.

8. Aaby K, Mazur S, Nes A, Skrede G. *Food Chemistry*. 2012;132:86-97. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.10.037

9. Negi YK, Saiwan P, Uniyal Sh, Mishra AC. *Scientia Horticulturae*. 2021;283:110038. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110038

10. Ariza MT, Soria C, Medina-Mínguez JJ, Martínez-Ferri E. *HortScience*. 2012;47(11): 1569-1573. DOI: 10.21273/HORTSCI.47.11.1569

11. Šamec D, Maretić M, Lugarić I, Mešić A, Salopek-Sondi B, Duralija B. *Food Chemistry*. 2016;194: 828-834. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.08.095

12. Sedov EN and Ogoltzova TP (eds.) Program and methodology of fruit, berry and nut cultivar study. Orrel: VNIISPК. 1999. 608 p. (In Russian.)

13. Kassambara A. Practical Guide to Cluster Analysis in R: *Unsupervised Machine Learning (Multivariate Analysis)*. STHDA: Al boukadel Kassambara. 2017. 187 p.

ОБ АВТОРАХ:

Вадим Игоревич Лапшин,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаб. сортоизучения и селекции садовых культур. Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, д. 39, ул. им. 40 лет Победы, Краснодар, 350901, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9343-1082>

Валентина Владимировна Яковенко,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаб. сортоизучения и селекции садовых культур. Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, д. 39, ул. им. 40 лет Победы. Краснодар, 350901, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4075-2130>

Любовь Сергеевна Ушак,

младший научный сотрудник лаб. сортоизучения и селекции садовых культур. Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, д. 39, ул. им. 40 лет Победы. Краснодар, 350901, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS:

Vadim Igorevich Lapshin,

Cand. Biol. Sci., Senior Research Associate of Variety study and Breeding of Garden crops Laboratory. North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, st. 40 let Pobedy, Krasnodar, 350901, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-9343-1082>

Valentina Vladimirovna Yakovenko,

Cand. Agr. Sci., Senior Research Associate of Variety study and Breeding of Garden crops Laboratory, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, st. 40 let Pobedy, Krasnodar, 350901, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-4075-2130>

Ljubov Sergeevna Ushak,

Junior Research Associate of Variety study and Breeding of Garden crops Laboratory, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, st. 40 let Pobedy, Krasnodar, 350901, Russian Federation

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Ученые Ставрополя разрабатывают технологию полного цикла по выращиванию стерильной рассады ягод

Ученые Ставропольского государственного аграрного университета (СтГАУ) апробируют технологию полного цикла по выращиванию стерильной рассады малины, земляники, ежевики и других ягод. Это позволит получать более урожайные и богатые витаминами сорта и избегать поражения растений вирусами.

На данном этапе в работе у ученых тысячи экземпляров 8-и сортов земляники, 4-х сортов малины, а также 4-х сортов косточковых и семечковых фруктовых деревьев. Процесс состоит из нескольких этапов, каждый из которых проходит в обстановке полной стерильности. Вначале отобранный с лучших растений материал стерилизуется вместе с питательной средой, инструментами и лабораторной посудой. Затем под микроскопом происходит выделение образовательной ткани и ее перенос в пробирку на питательную среду. Через 1,5–2 месяца микрорастения переносятся в контейнер для наращивания растительной массы и подготовки к следующему циклу микрочеренкования. В результате ученые получают защищенное от вирусных заболеваний растение, которое впоследствии передается фермерам.

«В России работает около пяти подобных лабораторий, но замкнутый полный цикл, от селекции до посадочного материала – это редкость, – подчеркнул руководитель проекта, профессор РАН, д.с.-х.н. Александр Есаулко. – На юге страны мы единственные, кто занимается такими разработками. Наша задача – не только создать безвирусный материал, но и обеспечить импортозамещение плодово-ягодной продукции».

Исследование ведется по программе «Приоритет 2030» в рамках национального проекта «Наука и университеты».

(Источник: официальный сайт Минобрнауки России)



УДК 621.327.7+628.513

Обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-193-198

Г.С. Аксанын¹,
В.В. Багров², ✉
А.С. Камруков²,
В.И. Крылов²,
В.А. Овчеренко³,
А.В. Овчеренко³,
В.Н. Сергеев⁴

¹ Некоммерческая организация «Национальный Союз свиноводов», Москва, Российская Федерация

² Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

³ ООО «Уфимский селекционно-гибридный центр», Уфа, Российская Федерация

⁴ Некоммерческое партнерство «Академия продовольственной безопасности», Москва, Российская Федерация

✉ bagroww@outlook.com

Поступила в редакцию:
08.04.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-193-198

Grigory S. Axanyan¹,
Valeriy V. Bagrov², ✉
Aleksandr S. Kamrukov²,
Vladimir I. Krylov²,
Vladislav A. Ovcherenko³,
Anton V. Ovcherenko³,
Valeriy N. Sergeev⁴

¹ National Union of Swine Breeders, Moscow, Russian Federation

² Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

³ "Ufa Breeding and Hybrid Center" LLC, Ufa, Russian Federation

⁴ Academy of Food Safety, Moscow, Russian Federation

✉ bagroww@outlook.com

Received by the editorial office:
08.04.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Концепция автоматизированной системы биологической защиты агропромышленных предприятий на базе новых плазменно-оптических технологий

РЕЗЮМЕ

Дан анализ физических и биологических особенностей новой плазменно-оптической технологии биоцидной обработки объектов и ее потенциальных возможностей применения для решения задач повышения биологической безопасности агропромышленных предприятий. Технология основана на обработке химически и микробиологически загрязненных объектов окружающей среды — воды, воздуха, поверхностей — высокоинтенсивным импульсным оптическим излучением сплошного спектра. Рассмотрены приоритетные направления разработок плазменно-оптического оборудования для агропромышленного комплекса и пищевого производства. Предложена новая концепция комплексной автоматизированной системы обеспечения биологической безопасности предприятий АПК в режиме реального времени

Ключевые слова: биологическая безопасность, импульсное ультрафиолетовое излучение, плазменно-оптические технологии, агропромышленное производство, антимикробная обработка

Для цитирования: Аксанын Г.С., Багров В.В., Камруков А.С., Крылов В.И., Овчеренко В.А., Овчеренко А.В., Сергеев В.Н. Концепция автоматизированной системы биологической защиты агропромышленных предприятий на базе новых плазменно-оптических технологий. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-193-198>

© Аксанын Г.С., Багров В.В., Камруков А.С., Крылов В.И., Овчеренко В.А., Овчеренко А.В., Сергеев В.Н.

The concept of an automated biological protection system for agro-industrial enterprises based on new plasma-optical technologies

ABSTRACT

The analysis of the physical and biological features of the new plasma-optical technology of biocidal treatment of objects and its potential applications for solving the problems of improving the biological safety of agro-industrial enterprises is given. The technology is based on the treatment of chemically and microbiologically polluted environmental objects — water, air, surfaces — with high-intensity pulsed optical radiation of a continuous spectrum. The priority directions of development of plasma-optical equipment for the agro-industrial complex and food production are considered. A new concept of a complex automated system for ensuring biological safety of agricultural enterprises in real time is proposed.

Key words: biological safety, pulsed ultraviolet radiation, plasma-optical technologies, agro-industrial production, antimicrobial treatment

For citation: Axanyan G.S., Bagrov V.V., Kamrukov A.S., Krylov V.I., Ovcherenko V.A., Ovcherenko A.V., Sergeev V.N. The concept of an automated biological protection system for agro-industrial enterprises based on new plasma-optical technologies. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-193-198> (In Russian).

© Axanyan G.S., Bagrov V.V., Kamrukov A.S., Krylov V.I., Ovcherenko V.A., Ovcherenko A.V., Sergeev V.N.

Введение/Introduction

Проблемы биологической безопасности агропромышленного производства и антимикробной обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственной продукции являются на сегодняшний день чрезвычайно актуальными как в нашей стране, так и за рубежом и требуют решения на современном научном и технологическом уровне [1, 2].

Мировые тренды, связанные с парированием современных биологических угроз, в значительной степени ориентированы на развитие и внедрение новых физических методов и технологий, обладающих высоким биоцидным потенциалом.

К числу таких технологий относятся, в частности, радиационные технологии обеззараживания, основанные на использовании ионизирующих излучений (гамма-излучение, электронные пучки) [3, 4]. Несмотря на их биоцидную эффективность, применение таких технологий в агропромышленном комплексе весьма ограничено из-за их высокой радиационной опасности и наличия побочных негативных эффектов (геномная модификация биопродуктов, разрушение белков и витаминов, изменение биологических свойств обрабатываемой продукции и др.) [5].

В настоящее время в санитарно-гигиенической практике для дезинфекции воды и воздуха широко применяются УФ-технологии, при этом используются исключительно ртутные лампы непрерывного горения, так называемые ртутные бактерицидные лампы, известные уже более 100 лет. На сегодняшний день это самые эффективные технические источники ультрафиолета — до 40% подводимой электрической мощности преобразуется в коротковолновое УФ-излучение. Однако они характеризуются низкой интенсивностью излучения — обычно это доли ватта с одного квадратного сантиметра поверхности лампы — и монохроматическим спектром излучения — как правило, это одна узкая линия в актуальном УФ-диапазоне — 254 нм [6].

Эти факторы, так же как и ряд эксплуатационных особенностей таких ламп, ограничивают возможности и эффективность существующих УФ-технологий обеззараживания и не позволяют рассматривать их как биоцидные технологии, в полной мере отвечающие современным эколого-гигиеническим требованиям. Кроме того, с 2020 г. вступила в действие Минаматская конвенция по ртути, подписанная 128 странами мира, в том числе и Россией (2014 г.), и запрещающая производство, экспорт и импорт различных видов ртутисодержащей продукции [7].

Целью настоящей статьи является разработка концепции автоматизированной системы биологической защиты агропромышленных предприятий на базе новых плазменно-оптических технологий и потенциальных возможностей ее применения при решении задач повышения биологической безопасности агропромышленных предприятий.

Новая технология/New technology

Новая технология основана на обработке химически и микробиологически загрязненных объектов окружающей среды — воды, воздуха, поверхностей (в том числе и раневых поверхностей) — высокоинтенсивным импульсным оптическим излучением сплошного спектра. Такое излучение генерируется мощными высокотемпературными (10000–20000 К) плазменными лампами с ксеноновым наполнением, работающими в импульсном режиме [8].

Спектр излучения таких ламп сплошной и близок к спектру солнечного излучения. Он непрерывно перекрывает всю УФ-, видимую и ближнюю инфракрасную области. Важно, что доля коротковолнового УФ-излучения в диапазоне длин волн 200–300 нм, которое обладает максимальной фотохимической и биоцидной активностью, в спектре применяемых ламп намного выше, чем в спектре Солнца.

Обработка контаминированных объектов осуществляется короткими по длительности (несколько десятков или сотен микросекунд) световыми импульсами очень высокой интенсивности, в десятки тысяч раз превышающей интенсивность самых мощных ртутных бактерицидных ламп.

Результаты многочисленных экспериментальных исследований, проведенных как за рубежом [9–31], так и в нашей стране [32–39], показывают, что такое излучение обладает уникальными биоцидными свойствами — там, где традиционные методы обеззараживания с использованием стандартных бактерицидных ртутных ламп снижают уровень зараженности в 1000 раз, данная технология уменьшает концентрацию микробов в несколько миллионов и более раз.

Высокая антимикробная эффективность в отношении широкого круга микроорганизмов — бактерий, в том числе споровых форм, вирусов, грибов и простейших — обусловлена сплошным (непрерывным) спектром УФ-излучения, его чрезвычайно высокой интенсивностью и коротким временем воздействия.

Широкополосное УФ-облучение микроорганизмов вызывает многоканальное деструктивное воздействие на все жизненно важные структуры клеточных и неклеточных форм (вирусы), разрушает органические соединения, в том числе белки и нуклеиновые кислоты. Это снижает возможности адаптации живой материи, лишает ее способности к воспроизводству и значительно повышает биоцидную эффективность такого вида воздействия по сравнению с традиционным линейчатым (монохроматическим) УФ-излучением. Сплошной спектр излучения, непрерывно перекрывающий всю УФ-область, принципиально обеспечивает резонансное биоцидное действие на различные виды микрофлоры, независимо от индивидуальных спектральных характеристик микроорганизмов.

Высокая импульсная интенсивность излучения многократно усиливает роль цепных реакций фотодеструкции с участием радикальных частиц, обеспечивает условия для значительного превышения скорости прямых (деструктивных) процессов над обратными (релаксационными, рекомбинационными, репарационными), позволяет наряду с фотохимическими механизмами разрушения клеток реализовать нестационарные фототермические и фотодинамические процессы деструкции [16–18, 20, 22].

В результате синергетического действия всех этих факторов имеет место существенное снижение пороговых энергетических доз, необходимых для обеспечения заданного уровня деконтаминации или достижения стерилизующего эффекта [14, 26, 30, 34, 37, 38].

Это приводит к тому, что, несмотря на высокую импульсную мощность излучения, средняя потребляемая электрическая мощность оказывается сравнительно небольшой, а процесс в целом — энергоэкономным. Обработка объектов осуществляется со скоростью от 1 до 20 световых вспышек в секунду, поэтому эти технологии могут обеспечить высокую производительность процесса дезинфекции. В частности, как показывают

эксперименты, одна импульсная ксеноновая лампа со средней электрической мощностью 1 кВт способна в течение 1 часа осушить эффективную дезинфекцию 2000 м³ воздуха, 500 м² контаминированной поверхности и 10 м³ воды [34–37].

Новые технологии полностью отвечают критериям экологической чистоты и безопасности — они не требуют дополнительных химических реагентов (дезинфицирующих препаратов) и не дают отрицательных побочных эффектов (не нарабатывается озон и окислы азота, отсутствует ионизирующая компонента электромагнитного излучения). Применяемые лампы не содержат ртути и других токсичных химических веществ и являются экологически чистыми устройствами.

В настоящее время за рубежом развитие импульсных УФ-технологий рассматривается как исключительно перспективное направление для решения многих практически важных задач антимикробной обработки пищевых продуктов, упаковочной тары, изделий фармацевтической индустрии. Исследования и разработки в этом направлении проводятся достаточно широким международным фронтом, с высокой активностью и привлечением ведущих университетов, государственных медико-биологических, санитарно-гигиенических и научно-производственных структур, крупных частных компаний — производителей высокотехнологичного оборудования [31]. Инвестиции осуществляются как по программам государственно-бюджетного и грантового финансирования, так и частным капиталом.

Россия также обладает научным, техническим и технологическим потенциалом, необходимым для широкомасштабного развития и внедрения нового биоцидного оборудования в актуальные сегменты пищевой, агропромышленной и фармацевтической индустрии.

В частности, достаточно большой научно-технический задел и практический опыт в исследовании и разработках импульсной плазменно-оптической технологии и оборудования на ее основе накоплен в МГТУ им. Н.Э. Баумана [32–37]. Практически по всем направлениям внедрения новой технологии созданы макетные (экспериментальные) образцы изделий [33]; с участием специализированных биомедицинских и санитарно-гигиенических учреждений РФ проведена их экспериментальная апробация (в том числе и сертификация) и показана высокая эффективность предлагаемых технологий и технических средств. По результатам проведенных исследований получено более 30 патентов РФ и 2 патента США. Одно из направлений — обеззараживание воздуха и поверхностей для медицинских учреждений — успешно коммерциализировано: на сегодняшний день более 3000 установок реализовано на российском и мировом рынках [40]. За разработку и внедрение плазменно-оптических установок в космическую медицину и практическое здравоохранение в 2010 г. получена Премия Правительства РФ.

Разработанные технические средства обладают существенной новизной, многие из них не имеют мировых аналогов, характеризуются высоким потенциалом импортозамещения.

Результаты и обсуждение/ Results and discussion

Новое оборудование

В результате проведенного анализа возможностей новой технологии, по нашему мнению, приоритетными направлениями разработок плазменно-оптического

оборудования для АПК и пищевого производства являются:

1) в области повышения биобезопасности предприятий АПК (санитария и экология):

- плазменно-оптические установки (модули) для очистки, обеззараживания и дезодорации воздуха производственных помещений АПК (модули, встраиваемые в системы принудительной приточно-вытяжной вентиляции и рециркуляторы);

- промышленные плазменно-оптические автоматизированные установки глубокой очистки и обеззараживания воды, включая системы очистки воды для комплексов аквакультуры и гидропоники;

- промышленные плазменно-оптические установки очистки и обеззараживания сточных вод предприятий АПК и инфекционных медицинских учреждений;

- технические средства нового поколения для оперативной санитарной обработки производственных и складских помещений АПК, одежды персонала и транспортной техники;

- плазменно-оптические репеллентные установки для борьбы с грызунами и насекомыми в производственных и складских помещениях АПК;

2) в области пищевого машиностроения:

- туннельные установки антимикробной обработки пищевых продуктов (картофеля, мясной и рыбной продукции и др.), включая обработку упакованных продуктов;

- установки асептического розлива жидких пищевых продуктов;

- конвейерные установки биоцидной обработки упаковочных материалов и тары;

- плазменно-оптические установки для дезинфекции и дезинсекции сыпучих пищевых продуктов, зерна, комбикормов и посевного материала;

- холодильные камеры с интерьерной импульсной УФ-дезинфекцией;

3) в области ветеринарии:

- импульсные плазменно-оптические аппараты для неинвазивного лечения ран и раневой инфекции у домашних и сельскохозяйственных животных;

- плазменно-оптические установки для неинвазивной фотомодификации крови и повышения общей резистентности (иммунитета) организма животных к инфекционным заболеваниям и вредным факторам окружающей среды.

Новая концепция

Создание новых плазменно-оптических технологий и промышленное освоение производства оборудования для биологической защиты агропромышленных предприятий и асептической обработки продукции сельскохозяйственного производства позволит приступить к реализации новой концепции комплексной модульной автоматизированной системы обеспечения биологической безопасности предприятий АПК в режиме реального времени (КМАС «Редут»).

Автоматизированная система «Редут», как она представляется на сегодняшний день, должна состоять из комплекса инновационных плазменно-оптических установок различного назначения с единой (централизованной) системой управления и формировать четыре уровня защиты агропромышленного предприятия. Анализ рекомендаций из источников [41, 42, 43, 44] дает основание предлагать нумерацию уровней исходя из движения рисков (потоков): периметр территории возле производственного здания, вход в здание, внутренние помещения, выход из здания.

Первый уровень обеспечивает контроль периметра территории до здания (соответствующими видеосистемами и датчиками движения) и запрет доступа (включая дератизацию) в производственное помещение различных животных (в том числе грызунов и птиц), несущих потенциальную эпидемиологическую и эпизоотическую опасность, с помощью плазменно-оптических репеллентных (отпугивающих) устройств.

Второй уровень обеспечивает постоянно действующую профилактическую дезинфекцию с целью уничтожения на входе в помещение патогенных возбудителей болезней. В качестве микробиологического барьера используются плазменно-оптические установки дезинфекции питьевой и технической воды, входящего воздуха, комбикормов, а также комбинированные с новыми плазменно-оптическими средствами системы санитарной обработки транспорта, инвентаря, одежды и обуви обслуживающего персонала.

Третий уровень предотвращает распространение болезней среди животных через инфицированный воздух и насекомых в помещении. Эту задачу решают плазменно-оптические установки обеззараживания воздуха, работающие как постоянно (рециркуляторы, приборы с функцией ловушки-уничтожителя насекомых), так и периодически (открытые облучатели, обеспечивающие оперативную бактерицидную обработку помещения в отсутствие животных и персонала). При этом происходит снижение концентрации в воздухе вредных химических веществ и запахов (дезодорация).

В третий уровень также входят средства ветеринарной защиты сельскохозяйственных животных — плазменно-оптические аппараты для экспресс-обработки ран и профилактики раневой инфекции, аппараты для повышения иммунитета животных к инфекционным заболеваниям.

Четвертый уровень обеспечивает очистку и обеззараживание сточных вод, дезинфекцию и дезодорацию выходящего из производственного помещения воздуха, а в зданиях переработки сельхозпродукции — асептическую обработку готовой продукции с целью обеспечения ее биологической безопасности и увеличения сроков ее хранения.

Выводы/Conclusion

Таким образом, исследование и разработка новых плазменно-оптических технологий, их использование для биологической защиты агропромышленных предприятий и асептической обработки продукции сельскохозяйственного производства показало, что технология КМАС позволяет осуществлять оцифровку данных и проводить непрерывный мониторинг безопасного содержания животных в online-режиме через поддержание необходимых параметров плазменно-оптических установок и производственной среды, а также увеличить срок хранения продукции сельскохозяйственного производства. Это дает возможность определения текущего зоосанитарного статуса агрохозяйств и принятия экстренных мер для ликвидации возникающих биологических угроз.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/46353/page/1> [Дата обращения 28.01.2022].
2. Demirci A., Feng H., Krishnamurthy K. Food Safety Engineering Springer Nature Switzerland AG, 2020. 760 p.
3. Чиж Т.В., Козьмин Г.В., Полякова Л.П., Мельникова Т.В. Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности. *Вестник РАН*. 2011; 4: 44-49.
4. Козьмина Г.В., Гераскина С.А., Санжаровой Н.И. (общ. ред.) Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. *Обнинск: ВНИИРАЭ*. 2015. 400с.
5. Мусина О.Н., Коновалов К.П. Радиационная обработка ионизирующим излучением продовольственного сырья и пищевых продуктов. *Пищевая промышленность*. 2016; 8: 46-49
6. Кармазинов Ф. В., Костюченко С. В., Кудрявцев Н. Н., Храменков С. В. Ультрафиолетовые технологии в современном мире. *Долгопрудный: ИД Интеллект*. 2012. 392 с.
7. Минаматская конвенция о ртути. Режим доступа: <https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-rus-full.pdf> [Дата обращения 28.01.2022].
8. Маршак И.С. (ред.). Импульсные источники света. М.: Энергия. 1978. 472 с.
9. Dunn J., Ott T., Clark W. Pulsed-light treatment of food and packaging. *Food Technol.*, 1995;49(9): 95–98.
10. Dunn J. Pulsed light and pulsed electric field for foods and eggs». *Poultry Sci.* 1996;75: 1133–1136.
11. Dunn J., Burgess D., Leo F. Investigation of Pulsed Light for terminal Sterilization of WFI Filled Blwo/Fill/Seal Polyethylene Containers. *PDA J. of Pharmaceutical Science and Technology*. 1997;51(3):111–115.

REFERENCES

1. Federal Law No. 492-FZ of December 30, 2020 "On Biological Safety in the Russian Federation" Access Mode <http://www.kremlin.ru/acts/bank/46353/page/1> [Accessed January 28, 2022] (in Russian.).
2. Demirci A., Feng H., Krishnamurthy K. Food Safety Engineering Springer Nature Switzerland AG, 2020. 760 p
3. Chizh T.V. Kozmin G.V. Polyakova L.P., Melnikova T.V. Radiation processing as a technological method to increase the level of food security. *Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*. 2011; 4:44-49. (in Russian.).
4. Koz'mina G.V., Geraskina S.A., Sanzharovoj N.I. (general ed.) Radiation technologies in agriculture and the food industry. *Obninsk: VNIIRAЕH*. 2015. 400 p. (in Russian.).
5. Musina O.N., Kononov K.P. Radiation treatment of food raw materials and food products with ionizing radiation. *Pishchevaya promyshlennost'*. 2016. 400 p. (in Russian.).
6. Karmazinov F. V., Kostyuchenko S. V., Kudryavcev N. N., Khramenkov S. V. UV technologies in the modern world. *Dolgoprudnyj: ID Intellekt*. 2012. 392 p. (in Russian.).
7. Minamata Convention on Mercury. Available from: <https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-rus-full.pdf> [Accessed January 28, 2022] (in Russian.).
8. Marshak I.S. (red.) Pulsed light sources. M.: *Ehnergiya*. 1978. 472 p. (in Russian.).
9. Dunn J., Ott T., Clark W. Pulsed-light treatment of food and packaging. *Food Technol.*, 1995;49(9): 95–98.
10. Dunn J. Pulsed light and pulsed electric field for foods and eggs». *Poultry Sci.* 1996;75: 1133–1136.
11. Dunn J., Burgess D., Leo F. Investigation of Pulsed Light for terminal Sterilization of WFI Filled Blwo/Fill/Seal Polyethylene Containers. *PDA J. of Pharmaceutical Science and Technology*. 1997;51(3):111–115.

12. Dunn J., Bushnell A., Ott T., Clark W. Pulsed white light food processing. *Cereal Foods World*. 1997;42(7): 510–515.
13. Rowan J. N., MacGregor J. S., Anderson J.G., Fouracre R. A., McIlvaney L., Fairish O. Pulsed-Light Inactivation of Food-Related Microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*. 1999;65(3): 1312–1315.
14. McDonald K., Curry R., Clevenger T., Brazos B., Unklesbay K., Eisestark A., Baker S., Golden J., Morgan R. A comparison of pulsed vs. continuous ultraviolet light sources for de-contamination of surfaces. *Pulsed Power Conference, Digest of Technical Papers, 12th IEEE International*. 1999;2: 1484–1488. DOI:10.1109/PPC.1999.823812
15. Bintsis T., Litopoulou-Tzanetaki E., Robinson R. K. Existing and potential application of ultraviolet light in the food industry — a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000;80: 637–645.
16. Liltved H., Landfald B. Effects of high intensity light on ultraviolet-irradiated and nonirradiated fish pathogenic bacteria. *Water Research*. 2000;34(2): 481–486.
17. Wekhof A. Disinfection with flash lamps. *PDA J. of Pharmaceutical Science and Technology*. 2000;54: 264–267.
18. Wekhof A., Trompeter F.-J., Franken O. Pulsed UV Disintegration (PUVD): a new sterilization mechanism for packing and broad medical-hospital application. *The First International Conference on Ultraviolet Technologies, June 14–16, 2001, Washington D.C. USA*. 2001. p. 1–15.
19. Jun S., Irudayaraj J., Demirci A., Geiser D. Pulsed UV-light treatment of corn meal for inactivation of *Aspergillus niger*. *Journal of Food Science and Technology*. 2003;38: 883–888.
20. Takeshita K., Shibato J., Sameshima T., Fukunaga S., Isobe S., Arihara K., Itoh M. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation. *International Journal of Food Microbiology*. 2003;85: 151–158.
21. Krishnamurthy K., Demirci A., Irudayaraj J. Inactivation of *Staphylococcus aureus* by pulsed UV-light sterilization. *Journal of Food Protection*. 2004;67(5): 1027–1030.
22. Gomez-Lopez V. M., Devlieghere F., Bonduelle V., Debevere J. Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*. 2005;103: 79–89.
23. Kaack K., Lyager B. Treatment of slices from carrot (*Daucus carota*) using high intensity white pulsed light. *European Food Research and Technology*. 2007; 224: 561–566.
24. Gómez-López V.M., Ragaert P., Debevere J., Devlieghere F. Pulsed light for food decontamination: a review. *Trends Food Science and Technology*. 2007;18: 464–473.
25. Elmasser N., Guillou S., Leroi F., Orange N., Bakhrouf A., Federighi M. Pulsed-light system as a novel food decontamination technology: a review. *Canadian Journal of Microbiology*. 2007;53: 813–821.
26. Bohrerova Z., Shemer H., Lantis R., Impellitteri Ch.A., Linden K.G. Comparative disinfection efficiency of pulsed and continuous-wave UV irradiation technologies. *Water Research*. 2008;42: 2975–2982.
27. Fernández M., Manzano S., de la Hoz L., Ordóñez J. A., Hierro E. Pulsed light inactivation of *Listeria monocytogenes* through different plastic films. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2009;6: 1265–1267.
28. Oms-Oliu G., Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R. Pulsed light treatments for food preservation. A review. *Food and Bioprocess Technology*. 2010;3: 13–23.
29. Choi M. S., Cheigh C. I., Jeong E. A., Shin J. K., Chung M. S. Nonthermal sterilization of *Listeria monocytogenes* in infant foods by intense pulsed light treatment. *Journal of Food Engineering*. 2010;97: 504–509.
30. Cheigh Ch.-I., Park M.-H., Chung M.-S., Shin J.-K., Park Y.-S. Comparison of intense pulsed light- and ultraviolet (UVC)-induced cell damage in *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157: H7. *Food Control*. 2012;25(2): 654–659.
31. Mandal R., Mohammadi X., Wiktor A., Singh A., Singh A.P., Applications of Pulsed Light Decontamination Technology in Food Processing: An Overview. *Appl. Sci*. 2020;10: 3606; doi:10.3390/app1010360
32. В.П. Архипов, А.С. Камруков, Н.П. Козлов, Е.Д. Короп, С.Г. Шашковский, М.С. Ялович. Новая ультрафиолетовая технология глубокой очистки и обеззараживания воды. // Ж. Конверсия.- 1996.- № 6. С. 46–50.
33. Козлов Н.П. (ред.) [и др.] Плазменная техника и плазменные технологии: сб. науч. трудов МГТУ им. Н.Э. Баумана. М.: НИЦ Инженер. 2003. 196 с.
34. Камруков А.С., Козлов Н.П., Шашковский С.Г., Ялович М.С. Новые биоцидные ультрафиолетовые технологии и аппараты для санитарии, микробиологии и медицины. *Безопасность жизнедеятельности*. 2003;1: 32–40.
35. Архипов В.П., Базиков В.И., Камруков А.С., Козлов Н.П., Кузнецов Э.В., Пенто В.Б., Харитонов В.Д., Шашковский С.Г., Ялович М.С. Новая технология обеззараживания сыпучих пищевых продуктов. Хранение и переработка сельхозсырья. 2005;9: 27–30.
36. Камруков А.С., Козлов Н.П., Селиверстов А.Ф., Шашковский С.Г., Ялович М.С. Фотохимическая очистка воды широкополосным импульсным УФ излучением. *Безопасность в техносфере*. 2006;1: 38–44. 2: 21–26. 3: 17–27
12. Dunn J., Bushnell A., Ott T., Clark W. Pulsed white light food processing. *Cereal Foods World*. 1997;42(7): 510–515.
13. Rowan J. N., MacGregor J. S., Anderson J.G., Fouracre R. A., McIlvaney L., Fairish O. Pulsed-Light Inactivation of Food-Related Microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*. 1999;65(3): 1312–1315.
14. McDonald K., Curry R., Clevenger T., Brazos B., Unklesbay K., Eisestark A., Baker S., Golden J., Morgan R. A comparison of pulsed vs. continuous ultraviolet light sources for de-contamination of surfaces. *Pulsed Power Conference, Digest of Technical Papers, 12th IEEE International*. 1999;2: 1484–1488. DOI:10.1109/PPC.1999.823812
15. Bintsis T., Litopoulou-Tzanetaki E., Robinson R. K. Existing and potential application of ultraviolet light in the food industry — a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000;80: 637–645.
16. Liltved H., Landfald B. Effects of high intensity light on ultraviolet-irradiated and nonirradiated fish pathogenic bacteria. *Water Research*. 2000;34(2): 481–486.
17. Wekhof A. Disinfection with flash lamps. *PDA J. of Pharmaceutical Science and Technology*. 2000;54: 264–267.
18. Wekhof A., Trompeter F.-J., Franken O. Pulsed UV Disintegration (PUVD): a new sterilization mechanism for packing and broad medical-hospital application. *The First International Conference on Ultraviolet Technologies, June 14–16, 2001, Washington D.C. USA*. 2001. p. 1–15.
19. Jun S., Irudayaraj J., Demirci A., Geiser D. Pulsed UV-light treatment of corn meal for inactivation of *Aspergillus niger*. *Journal of Food Science and Technology*. 2003;38: 883–888.
20. Takeshita K., Shibato J., Sameshima T., Fukunaga S., Isobe S., Arihara K., Itoh M. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation. *International Journal of Food Microbiology*. 2003;85: 151–158.
21. Krishnamurthy K., Demirci A., Irudayaraj J. Inactivation of *Staphylococcus aureus* by pulsed UV-light sterilization. *Journal of Food Protection*. 2004;67(5): 1027–1030.
22. Gomez-Lopez V. M., Devlieghere F., Bonduelle V., Debevere J. Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*. 2005;103: 79–89.
23. Kaack K., Lyager B. Treatment of slices from carrot (*Daucus carota*) using high intensity white pulsed light. *European Food Research and Technology*. 2007; 224: 561–566.
24. Gómez-López V.M., Ragaert P., Debevere J., Devlieghere F. Pulsed light for food decontamination: a review. *Trends Food Science and Technology*. 2007;18: 464–473.
25. Elmasser N., Guillou S., Leroi F., Orange N., Bakhrouf A., Federighi M. Pulsed-light system as a novel food decontamination technology: a review. *Canadian Journal of Microbiology*. 2007;53: 813–821.
26. Bohrerova Z., Shemer H., Lantis R., Impellitteri Ch.A., Linden K.G. Comparative disinfection efficiency of pulsed and continuous-wave UV irradiation technologies. *Water Research*. 2008;42: 2975–2982.
27. Fernández M., Manzano S., de la Hoz L., Ordóñez J. A., Hierro E. Pulsed light inactivation of *Listeria monocytogenes* through different plastic films. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2009;6: 1265–1267.
28. Oms-Oliu G., Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R. Pulsed light treatments for food preservation. A review. *Food and Bioprocess Technology*. 2010;3: 13–23.
29. Choi M. S., Cheigh C. I., Jeong E. A., Shin J. K., Chung M. S. Nonthermal sterilization of *Listeria monocytogenes* in infant foods by intense pulsed light treatment. *Journal of Food Engineering*. 2010;97: 504–509.
30. Cheigh Ch.-I., Park M.-H., Chung M.-S., Shin J.-K., Park Y.-S. Comparison of intense pulsed light- and ultraviolet (UVC)-induced cell damage in *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157: H7. *Food Control*. 2012;25(2): 654–659.
31. Mandal R., Mohammadi X., Wiktor A., Singh A., Singh A.P., Applications of Pulsed Light Decontamination Technology in Food Processing: An Overview. *Appl. Sci*. 2020;10: 3606; doi:10.3390/app1010360
32. Arkhipov V.P., Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Korop E.D., Shashkovsky S.G., Yalovik M.S.. New ultraviolet technology for deep purification and disinfection of water. // Zh. Conversion.- 1996.- No. 6. S. 46–50. (In Russian)
33. Kozlov N.P. (ed) [et al.] Plasma technique and plasma technologies: Sat. scientific Proceedings of MSTU name N.E. Bauman. Moscow.: Research Center Engineer. 2003. 196 p. (In Russian)
34. Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Shashkovskij S.G., Yalovik M.S. New biocidal ultraviolet technologies and devices for sanitation, microbiology and medicine. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2003;1: 32 — 40 (In Russian.)
35. Arhipov V.P., Bazikov V.I., Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Kuznecov E.H.V., Pento V.B., Kharitonov V.D., Shashkovskij S.G., Yalovik M.S. New technology of disinfection of bulk food products. Storage and processing of agricultural raw materials. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyry'a*. 2005;9: 27 — 30 (In Russian.)
36. Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Seliverstov A.F., Shashkovskij S.G., Yalovik M.S. Photochemical water purification by broadband pulsed UV radiation. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2006;1: 38 — 44. 2: 21 –26. 3: 17 — 27 (In Russian.)

37. Камруков А.С., Козлов Н.П., Шашковский С.Г., Яловик М.С. Высокоинтенсивные плазменно-оптические технологии для решения актуальных экологических и медико-биологических задач. Безопасность в техносфере. 2009;3: 31 — 38.
38. Шестопалов Н.В., Акимкин В.Г., Федорова Л.С., Скопин А.Ю., Гольдштейн Я.А., Голубцов А.А., Киреев С.Г., Поликарпов Н.А., Шашковский С.Г. Исследование бактерицидной эффективности обеззараживания воздуха и открытых поверхностей импульсным ультрафиолетовым излучением сплошного спектра. *Медицинский алфавит*. 2017;19(2): 6 — 9.
39. Зверев А.Ю., Борисевич С. В., Чепуренков Н. Я., Масыкин Д. Н., Ковальчук Е. А., Быков В. А., Труфанова В. В., Тутельян А. В., Тиванова Е. В., Квасова О. А., Акимкин В. Г. Вирулицидная активность импульсного ультрафиолетового излучения сплошного спектра в отношении коронавируса SARS-CoV-2. *Медицинский алфавит*. 2020;18(1): 55-58.
40. Официальный сайт производителя импульсных ультрафиолетовых установок для обеззараживания воздуха ООО «НПП Мелитта» — Режим доступа: <https://meliitta-uv.ru/> (дата обращения 28.01.2022).
41. Титов М.А., Караулов А.К., Шевцов А.А., Бардина Н.С., Гуленкин В.М., Дудников С.А. Методические рекомендации по оценке безопасности на свиноводческих предприятиях в Российской Федерации: утверждена директором «ВНИИЗЖ». *Владимир: Федеральное государственное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных»*. 2010. 52 с.
42. Baek, S. (ed) [et al.] Effects of HACCP system implementation on domestic livestock product plants. *Korean journal for food science of animal resources*. V. 32. 2012. 168-173p. DOI: <http://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.2.168>.
43. Kim, J. (ed) [et al.] Perception of the HACCP system operators on livestock product manufacturers. *Journal of animal science and technology*. V. 56. 2014. Iss. 19. DOI: <http://doi.org/10.1186/2055-0391-56-19>.
44. ГОСТ Р 51705.1-2001 Система качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. Введ. 2001. — 07.01. *Москва: Госстандарт России ИПК Издательство стандартов*. 2004 — 15 с. Режим доступа: http://rpn.79.rospotrebnadzor.ru/sites/default/files/132618_453_sistema_kachestva.pdf (Дата обращения 28.01.2022).

37. Kamrukov A.S., Kozlov N.P., Shashkovskij S.G., Yalovik M.S. High-intensity plasma-optical technologies for solving urgent environmental and biomedical problems. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2009;3: 31 — 38 (In Russian.)
38. Shestopalov N.V., Akimkin V.G., Fedorova L.S., Skopin A.YU., Gol'dshtejn YA.A., Golubcov A.A., Kireev S.G., Polikarpov N.A., Shashkovskij S.G. Investigation of bactericidal efficiency of disinfection of air and open surfaces by pulsed ultraviolet radiation of the continuous spectrum. *Medicinskij alfavit*. 2017;19(2): 6 — 9 (In Russian.)
39. Zverev A.YU., Borisevich S. V., Chepurenkov N. YA., Masyakin D. N., Koval'chuk E. A., Bykov V. A., Trufanova V. V., Tutel'yan A. V., Tivanova E. V., Kvasova O. A., Akimkin V. G. Virucidal activity of pulsed ultraviolet radiation of the continuous spectrum in relation to the SARS-CoV-2 coronavirus. *Medicinskij alfavit*. 2020;18(1): 55 — 58 (In Russian.)
40. Official website of the manufacturer of pulsed ultraviolet devices for air disinfection LLC NPP Melitta — Access mode: <https://meliitta-uv.ru/> (accessed 28.01.2022).
41. Titov M.A., Karaulov A.K., Shevcov A.A., Bardina N.S., Gulenkin V.M., Dudnikov S.A. Methodological recommendations for safety assessment at pig breeding enterprises in the Russian Federation: approved by the Director «VNIIZZH». *Vladimir: Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie «Federal'nyj centr okhrany zdorov'ya zhivotnykh»*. 2010. 52 p. (In Russian.)
42. Baek, S. (ed) [et al.] Effects of HACCP system implementation on domestic livestock product plants. *Korean journal for food science of animal resources*. V. 32. 2012. 168-173p. DOI: <http://doi.org/10.5851/kosfa.2012.32.2.168>.
43. Kim, J. (ed) [et al.] Perception of the HACCP system operators on livestock product manufacturers. *Journal of animal science and technology*. V. 56. 2014. Iss. 19. DOI: <http://doi.org/10.1186/2055-0391-56-19>.
44. ГОСТ Р 51705.1-2001. Quality system. Food quality management based on HACCP principles. General requirements. Vved. 2001. — 07.01. *Moskva: Gosstandart Rossii IPK Izdateľstvo standartov*. 2004. 15 p. Available from: http://rpn.79.rospotrebnadzor.ru/sites/default/files/132618_453_sistema_kachestva.pdf [Accessed January 28, 2022] (in Russian.).

ОБ АВТОРАХ:

- Георгий Степанович Аксаян,**
главный эксперт по развитию отрасли
Национальный Союз свиноводов, 5, Скатертный переулок Москва, 121069 Российская Федерация
E-mail: nss_info@mail.ru
- Валерий Владимирович Багров,**
кандидат технических наук, заместитель директора
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), д. 5, 2-я Бауманская ул., 105005, Москва, Российская Федерация,
<https://orcid.org/0000-0001-9059-6984>
- Александр Семенович Камруков,**
кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), д. 5, 2-я Бауманская ул., 105005, Москва, Российская Федерация, <https://orcid.org/0000-0003-0584-2234>
- Владимир Иванович Крылов,**
кандидат технических наук, директор
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), д. 5, 2-я Бауманская ул., 105005, Москва, Российская Федерация, <https://orcid.org/0000-0002-3880-4827>
- Владислав Андреевич Овчеренко,**
генеральный директор
ООО «Уфимский селекционно-гибридный центр», д. 9, Ул. Парковая, Уфа, 450083, Российская Федерация,
e-mail: ovcherenko@ufasgc.ru
- Антон Владиславович Овчеренко,**
специалист по биоинженерии и биоинформатике
ООО «Уфимский селекционно-гибридный центр», д. 9, Ул. Парковая, Уфа, 450083, Российская Федерация,
e-mail: ovcherenko@ufasgc.ru
- Валерий Николаевич Сергеев,**
доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, президент «Некоммерческое Партнерство «Академия продовольственной безопасности», 35, пр-кт Кутузовский, Москва, 121165, Российская Федерация
e-mail: svn1412@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS:

- Grigory Stepanovich Axanyan,**
Chief Expert in Sector Development
National Union of Swine Breeders. 5, Skatertniy line, 121069, Moscow, Russian Federation
E-mail: nss_info@mail.ru
- Valery Vladimirovich Bagrov,**
Candidate of Technical Sciences, Deputy Director
Research Institute of Power Engineering Moscow Bauman State Technical University, 5, 2-nd Baumanskaya str., Moscow, 105005, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9059-6984>
- Alexander Semevovich Kamrukov,**
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department Research Institute of Power Engineering
Moscow Bauman State Technical University, 5, 2-nd Baumanskaya str., Moscow, 105005, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0584-2234>
- Vladimir Ivanovich Krylov,**
Candidate of Technical Sciences, Director of the Research Institute of Power Engineering
Moscow Bauman State Technical University, Moscow Bauman State Technical University, 5, 2-nd Baumanskaya str., Moscow, 105005, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3880-4827>
- Vladislav Andreevich Ovcherenko,**
General Manager
Limited Liability Company Ufa Breeding and Hybrid Center LLC, 9, Parkovaya str., Ufa 450083, Russian Federation,
e-mail: ovcherenko@ufasgc.ru
- Anton Vladislavovich Ovcherenko,**
specialist in bioengineering and bioinformatics
Limited Liability Company Ufa Breeding and Hybrid Center LLC, 9, Parkovaya str., Ufa 450083, Russian Federation,
e-mail: ovcherenko@ufasgc.ru
- Valery Nikolaevich Sergeev,**
Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, President, Academy of Food Safety, 35 Kutuzovsky Ave., Moscow, 121165, Moscow, Russian Federation
e-mail: svn1412@mail.ru

УДК УДК 631.4; 631.5;631.6

Краткий обзор



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-199-209

И. Ф. Юрченко

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва, Российская Федерация

✉ irina.507@mail.ru

Поступила в редакцию:
11.04.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Review



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-199-209

Irina F. Yurchenko

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

✉ irina.507@mail.ru

Received by the editorial office:
11.04.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Концепция развития цифровизации комплексной мелиорации

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возрастающее народонаселение и жесткая конкуренция на мировом и отечественном рынках продовольственных продуктов обусловили приоритет становления цифровизации мелиоративного водохозяйственного комплекса. Цель работы — освещение принципиальных подходов и перспективных направлений цифровой мелиорации комплексной мелиорации.

Методы. Исследования базировались на системном подходе к цифровизации мелиоративной деятельности отечественного АПК.

Результаты анализа практического опыта и интеграции публикаций отечественных и зарубежных ученых дополнены показателями эвристических прогнозов эффективности модернизации производственных процессов и мелиоративных предприятий, материалами обработки статистических данных использования цифровых решений в сельскохозяйственном производстве с применением инструментальных методов и экспериментальных расчетов.

Результаты. Выполнен анализ современного состояния цифровизации сферы мелиоративной деятельности отечественного АПК. Выявлена потребность в модернизации объектов мелиорации на основе цифровых решений технологических процессов их проектирования, строительства и эксплуатации. Сформулированы цели и задачи цифровизации мероприятий, инженерных систем и сооружений мелиорации. Представлены перспективные направления цифровых решений процессов мелиоративной деятельности на основе платформенного подхода. Структура платформы «Цифровая мелиорация» включает функциональные модули: «Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс», «Интеллектуальная мелиоративная система», «Умное мелиорируемое поле», «Безопасная мелиорация», «Конкурентоспособное предприятие» и «Профессиональная мелиорация», которые интегрируют весь объем знаний, информации и сведений в сфере мелиоративной деятельности, необходимый для принятия решений и реализации управляющих воздействий. Определен базовый инструментарий создания, строительства и эксплуатации программно-технологического комплекса цифровизации системы растениеводства мелиорируемых земель. Освещена область ожидаемых результатов внедрения цифровых решений в практику мелиоративного сектора экономики АПК. Следует отметить, что грядущая глобальная цифровизация мелиорации неизбежна. В конечном итоге выиграют те производства, руководители которых поймут это раньше, и начнут внедрять цифровые системы не только в рамках отдельных технологических процессов, но и комплексно.

Ключевые слова: концепция, направления, мелиорация, платформенная цифровизация, структура, функциональные модели

Для цитирования: Юрченко И.Ф. Концепция развития цифровизации комплексной мелиорации. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-199-209>

© Юрченко И. Ф.

The concept of development of digitalization of complex land reclamation

ABSTRACT

Relevance. The growing population and fierce competition in the global and domestic markets for food products have determined the priority of the digitalization of the reclamation water management complex. The purpose of the work is to highlight the fundamental approaches and promising areas of digitalization of integrated land reclamation.

Methods. The research was based on a systematic approach to the digitalization of land reclamation activities. The results of the analysis of practical experience and the integration of publications of domestic and foreign scientists are supplemented with indicators of heuristic forecasts for the effectiveness of the modernization of production processes and land reclamation enterprises, materials for processing statistical data on the use of digital solutions in agricultural production using instrumental methods and experimental calculations.

Results. The analysis of the current state of digitalization of the sphere of land reclamation activities of the domestic agro-industrial complex has been carried out. The need for modernization of land reclamation facilities based on digital solutions for the technological processes of their design, construction and operation has been identified. The goals and objectives of digitalization of measures, engineering systems and land reclamation facilities are formulated. Promising directions of digital solutions for land reclamation processes based on a platform approach are presented. The structure of the "Digital Reclamation" platform includes functional modules: "Efficient Reclamation and Water Management Complex", "Intellectual Reclamation System", "Smart Reclaimable Field", "Safe Reclamation", "Competitive Enterprise" and "Professional Reclamation", which integrate the entire scope of knowledge, information and data in the field of land reclamation activities, necessary for decision-making and implementation of control actions. The basic tools for the creation, construction and operation of the software and technological complex for the digitalization of the crop production system of reclaimed lands have been determined. The area of expected results of the introduction of digital solutions into the practice of the reclamation sector of the agro-industrial complex has been highlighted. It should be noted that the upcoming global digitalization of land reclamation is inevitable. In the end, those enterprises will win, whose managers understand this earlier, and will begin to introduce digital systems not only within individual technological processes, but also in a complex way.

Key words: concept, directions, land reclamation, platform digitalization, structure, functional models

For citation: Yurchenko I.F. The concept of development of digitalization of complex land reclamation. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-199-209> (In Russian).

© Yurchenko I.F.

Введение/Introduction

Возрастающее народонаселение и жесткая конкуренция на мировом и отечественном рынках продовольственных продуктов вынуждают руководителей агропромышленного комплекса искать новые инновационные пути повышения эффективности агропроизводства, включая развитие и совершенствование растениеводства на мелиорируемых землях.

Осуществляемая в настоящее время модернизация системы растениеводства отечественного АПК связана с цифровизацией сельского хозяйства. Мелиорация как наиболее технологичный сектор экономики агропроизводства не должна оставаться в стороне от внедрения этих новаций в практику земледелия.

В свете современных решений по развитию цифровой экономики Российской Федерации необходимо глобальное преобразование всей сферы мелиоративной деятельности отечественного АПК на базе процессов цифровизации с внедрением единых стандартов и требований к уровню методического, технологического и технического развития программно-технических комплексов и инструментария их создания и эксплуатации [1].

Целью настоящей работы является освещение предлагаемых автором принципиальных подходов и приоритетных направлений развития цифровизации комплексной мелиорации, обеспечивающих трансформацию мелиоративного водохозяйственного комплекса в соответствии с требованиями современного этапа модернизации производственных процессов АПК Российской Федерации [2].

Материалы и методы/Materials and methods

Методология выполненных исследований базируется на системном подходе к созданию технологий цифровизации мелиоративной деятельности, сформированном работами ученых и практикой инновационного агропроизводства. Результаты анализа практического опыта и интеграции разработок отечественных и зарубежных ученых дополнены показателями эвристических прогнозов эффективности модернизации производственных процессов и мелиоративных предприятий, материалами обработки статистических данных использования цифровых решений в сельскохозяйственном производстве с применением инструментальных методов и экспериментальных расчетов.

Объектом исследования является система цифровизации агропроизводства, предметом — процессы растениеводства в мелиорируемом земледелии. Потенциал для выполнения обоснованной трансформации и осуществления эффективного развития сферы цифровизации мелиоративного сектора экономики определялся по результатам возможной эволюции, конвергенции и интеграции широкого спектра решений ниже-следующих задач:

1. Оценка современного состояния индустрии цифровизации мелиорации.
2. Определение цели и задач планируемой трансформации сферы мелиоративной деятельности на основе цифровизации.
3. Разработка приоритетных направлений цифровизации мелиорации.
4. Формирование перспективного инструментария цифровизации комплексной мелиорации.
5. Выявление целевых показателей развития цифровизации процессов комплексной мелиорации.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Современное состояние индустрии цифровизации мелиорации.

Важнейшим условием становления высокоэффективного отечественного агропромышленного комплекса, способного конкурировать с ведущими мировыми производителями продуктов питания, является масштабное внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами растениеводства на мелиорированных землях, в первую очередь орошаемых, отличающихся максимальной отзывчивостью [3–6].

По данным фактографических материалов, полученным от государственных учреждений по управлению мелиорацией земель и сельскохозяйственному водоснабжению на уровне субъектов Российской Федерации, площадь орошаемых сельхозугодий в 2018 г. составляла 4222,71 тыс. га, или 1,9% от сельхозугодий (здесь и далее данные без Республики Крым), из них в сельскохозяйственном производстве использовалось 3593,2 тыс. га (84,1%). Указанные данные свидетельствуют о масштабности отрицательных изменений в области использования орошаемых земель.

Балансовая стоимость объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса — 272,4 млрд руб., из них стоимость федеральной собственности — 158,4 млрд руб., или 58% общей балансовой стоимости. Сведения о полной и остаточной балансовой стоимости оросительных систем федеральной формы собственности по округам Российской Федерации свидетельствуют об их существенном, достигающем 70%, износе.

Урожайность зерновых культур на орошении выше их урожайности на площадях без полива на 35%, овощей — на 32,6%, продуктивность кормовых угодий — на 79,3%. Объем производства зерновых на орошаемых землях составил 3,09% общего объема производства зерновых, овощей — 21,91%, грубых и сочных кормов — 23,16%; такие показатели, конечно, требуют повышения. К примеру, во времена Союза Советских Социалистических Республик (СССР) агропроизводство на мелиорируемых землях обеспечивало более 30% общего объема валового производства сельхозпродукции [7, 8].

Сфера мелиоративной деятельности АПК Российской Федерации в силу наличия большой территории и площади земель сельскохозяйственного использования, а также значимых запасов таких природных ресурсов, как вода, в сочетании с низким уровнем использования цифровых решений в процессах планирования и реализации технологических процессов агропроизводства обладает существенным потенциалом применения цифровых решений (рис. 1).

В последнее время российские аграрии активизировали внедрение программно-технических комплексов в систему управления производством. Вместе с тем эти решения, как правило, модернизируют процедуры достаточно узкого спектра производственной деятельности, а их результаты не консолидированы с системой управления технологическими процессами производства и предприятием в целом, не говоря уже об интеграции с решениями всей сферы мелиоративной деятельности отечественного АПК [10–12].

На рисунке 2 представлены результаты опроса об использовании цифровых решений, проведенного в 1700 хозяйствах Краснодарского края, относящегося к

Рис. 1. Эффективность цифровых технологий программно-технических комплексов
Fig. 1. The effectiveness of digital technologies for software and hardware systems



Примечание: Эффективность цифровых технологий отражена по пятибалльной системе оценки (1 — минимум, 5 — максимум), на рисунке дифференцирована по функциональной направленности. Представлено по данным [9]

Рис. 2. Внедрение цифровых решений сельскохозяйственными предприятиями Краснодарского края (представлено по материалам [9])

Fig. 2. Implementation of digital solutions by agricultural enterprises of the Krasnodar Territory (based on [9])



регионам успешного агропроизводства, в том числе и «оцифрованного» [9].

Анализ данных рисунка 2 показывает, что наряду с очевидной необходимостью увеличения масштабов оцифровки агропроизводства следует трансформировать структуру ее мероприятий. Так, большинство представленных цифровых решений относятся к направлению «точное (прецизионное) агропроизводство», тогда как интеллектуальное сельское хозяйство, базирующееся на сквозных цифровых технологиях управления производством и реализацией продукции растениеводства, формирование которого предполагается законодательством, представляет нечто большее. Для «умного агропроизводства» характерно объединение информации о сельхозтоваропроизводителях, потребителях и других заинтересованных участниках процессов создания продукции и формирования ее стоимости, что позволяет потребителю совершать покупки на основе информации о хозяйстве, производящем продукты питания, а сельхозтоваропроизводители могут принимать производственные решения на основе информации о покупках потребителей [13].

Внедрение мероприятий модернизации функционирующего мелиоративного водохозяйственного комплекса, а также создание гидромелиоративных систем нового поколения на основе цифровизации позволит повысить эколого-экономическую эффективность орошаемых земель, занятых в секторе производства сельскохозяйственной продукции. К приоритетным функциональным задачам цифровизации мелиорации относятся [14–19]:

1. Регулирование мелиоративного режима агроэкосистем, интегрированных в систему «точного земледелия».

2. Снижение расхода энергетических и природных, в первую очередь водных, ресурсов.

3. Мониторинг воздействия антропогенных факторов на природную экосистему.

4. Прогнозирование массопереноса в агроландшафтах.

5. Модернизация решений в области государственного управления становлением и развитием современной мелиорации.

Пока в агропроизводстве РФ применяют цифровые подходы менее 8–10% хозяйств, но доля цифровых технологий в производстве неуклонно возрастает, и к 2026 г. запланировано ее увеличение в АПК до 28–30 млрд, то есть в 5 раз [20, 21].

Успешному становлению индустрии цифровизации мелиорируемого агропроизводства будет способствовать устранение сдерживающих факторов, основными из которых являются [22–25]:

— отсутствие у хозяйствующих субъектов свободных финансов для модернизации и обновления парка

техники и необходимого опыта использования программно-коммуникационных комплексов, цифровых платформ и пр. атрибутов цифровизации технологических процессов;

- недоступность должной инфраструктуры;

- низкая обеспеченность села квалифицированными кадрами для разработки, внедрения и эксплуатации цифровых решений;

- недостаточная информированность сельхозтоваропроизводителей о возможностях и вызовах технологий цифровизации и, как следствие, отсутствие у хозяйствующих субъектов мотивации для использования новаций.

Цели и задачи трансформации сферы мелиоративной деятельности на основе цифровизации

Ключевой целью системной цифровизации агропроизводства на мелиорируемых землях должно стать обеспечение значимого прироста эффективности и устойчивости системы растениеводства за счет существенных изменений качества управления технологическими процессами и процедурами принятия

решений. Последние базируются на перспективных инновационных способах формирования и последующего использования информации для точного регулирования потоков воды и минеральных веществ, оценки экологической безопасности корректируемой природной среды и снижения антропогенной нагрузки на мелиорируемые и прилегающие к ним земли.

Помимо цифровизации технологических процессов мелиорируемого земледелия, необходимо вести работы по развитию цифровых решений в области государственного управления становлением и развитием современной мелиорации.

Реализация указанной цели потребует решения следующих задач:

1. Объединение в общую систему анализа и разработки технических решений контроля и регулирования множественных факторов: метеорологических, почвенных, биологических, экономических и др., влияющих на агропроизводство. Это позволит выработать принципиально новые подходы к созданию цифровых платформ, которые в дальнейшем можно будет использовать в качестве универсальной базы для различных природно-климатических зон Российской Федерации.

2. Нивелирование влияния больших территорий Российской Федерации в области применения единых стандартов мелиорации, расширение возможности быстрого и эффективного внедрения на любом из предприятий мелиоративного комплекса инновационных технологий, методик и методов ведения хозяйственной деятельности.

3. Обеспечение высокого уровня межотраслевого взаимодействия с различными сопредельными производственными областями сельскохозяйственного комплекса, а также иными промышленными, социальными, торговыми, банковскими секторами экономики.

4. Разработка и внедрение в практику производства ряда масштабных платформ автоматизации мелиоративных процессов, конкурирующих между собой, но имеющих единый стандарт ведения баз данных для удобного взаимнообмена информацией. Платформы должны быть фрагментированы по выполняемым функциям для того, чтобы небольшие, в том числе фермерские, хозяйства имели возможность использовать лишь актуальную для них часть общей платформы. Это снизит стоимость и повысит экономическую целесообразность перехода на цифровую мелиорацию.

5. Адаптация цифровизации в части внедрения «эко» стандартов и форматов. Это позволит России существенно повысить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции на мировом рынке.

6. Оцифровка всех без исключения сельскохозяйственных земель, а не только задействованных в мелиоративных процессах на данный момент времени, для дальнейшего использования в ГИС-подложке, которая должна стать базой для дальнейшего функционирования цифровых платформ в мелиорации.

7. Разработка, внедрение и применение инновационного инструментария для успешного использования решений по цифровизации агротехнологий, цифровых платформ и единого национального информационного ресурса.

8. Создание и воплощение в жизнь в сфере мелиоративной деятельности автоматизированных, роботизированных, использующих возможности интеллектуальных решений информационных технологий.

9. Развитие информационного ресурса подготовки в удаленном режиме специалистов для агропроизвод-

ства и консультационных пунктов внедрения и эксплуатации технологий цифровизации.

10. Активное использование преимуществ, предоставляемых внедренными в практику «умными вещами», позволяющими в первую очередь снизить энергетическую нагрузку на предприятия при проведении мелиоративных работ.

11. Разработка единых образовательных программ для среднего специального и высшего образования по направлениям технической, экономической, управленческой поддержки «умной мелиорации». Определение перечня образовательных организаций, которые будут задействованы в подготовке квалифицированных специалистов.

12. Повышение престижа работы в агропроизводстве, благосостояния жителей села, востребованности IT-специалистов.

13. Обеспечение аграриев современной высокоскоростной связью посредством сети «Интернет», стандартными форматами и протоколами обмена данными между информационно-коммуникационными комплексами.

14. Создание цифровых технологий информационной поддержки назначения управленческих воздействий.

Планомерное и успешное решение сформированных задач цифровизации сферы мелиоративной деятельности АПК обеспечат:

- проведение масштабной цифровизации подведомственных предприятий;
- качественный и количественный прорыв в производительности труда, вплоть до роста основных показателей порядка 100%;
- стимулирование государственных федеральных и муниципальных структур в области финансирования цифровизации мелиоративной отрасли;
- регулярный сбор, анализ и обработку информации с целью принятия управленческих решений по корректировке разработки, внедрения и использования цифровых технологий в мелиоративном комплексе;
- межведомственное взаимодействие на региональном и федеральном уровне;
- повышение продовольственной безопасности Российской Федерации.

Исполнение запланированных мероприятий цифровизации мелиорации должно быть максимально ориентировано на собственный потенциал АПК и активную политику импортозамещения. Однако полное игнорирование разработанных и уже успешно апробированных в мировом сельском хозяйстве цифровых решений, включая мелиорацию, — подход, не отличающийся дальновидностью. Следует активно искать разумный компромисс в сфере интересов и возможностей развития отечественных цифровых агротехнологий для сокращения (вплоть до полной ликвидации) указанной проблемы национальной экономики.

Приоритетные направления цифровизации мелиорации

В свете концептуальных положений Ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», ориентированного на создание одноименной национальной цифровой платформы в АПК, и с учетом результатов выполненного анализа современного состояния, целей и задач развития цифровых решений сферы мелиоративной деятельности автором сформулированы следующие направления цифровизации мелиорации:

- научно-исследовательские, технологические, социально-экономические, производственные и пр. процессы в сферах проектирования, строительства и эксплуатации объектов мелиорации;

- область государственной поддержки сельхозтоваропроизводителя; нормативно-методические и нормативно-правовые базы, регулирующие освоение и развитие цифровых решений; финансирование, страхование и прочие процессы государственного управления мелиоративной деятельностью;

- информационная инфраструктура в сельской местности, технологическое, техническое и кадровое обеспечение и информационная безопасность использующих цифровых технологий.

Для реализации указанных направлений цифровизации мелиорации предлагается разработка субплатформы «Цифровая мелиорация» (далее по тексту — платформа «Цифровая мелиорация») в составе платформы «Цифровое сельское хозяйство», созданной в рамках Ведомственного проекта Минсельхоза России. Цель разработки платформы — развитие сферы мелиоративной деятельности на федеральном, областном, муниципальном уровнях и уровне хозяйствующих субъектов, обеспечивающее становление мелиоративных технологий, производительности труда, себестоимости товаров и услуг в области мелиорации на мировом уровне успешности либо выше его.

В составе платформы «Цифровая мелиорация» предлагается создание следующих цифровых модулей: «Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс», «Интеллектуальная мелиоративная система», «Умное мелиорируемое поле», «Безопасная мелиорация», «Конкурентоспособное предприятие» и «Профессиональная мелиорация», которые интегрируют весь объем знаний, информации и сведений в сфере мелиоративной деятельности, необходимый для принятия решений и реализации управляющих воздействий, как в области технологических и производственных процессов отдельно взятого хозяйства, так и в глобальных процессах государственного управления мелиоративным сектором экономики на муниципальном, областном и федеральном уровнях. Наличие достоверной и своевременной информации должно обеспечить эффективные показатели финансово-производственной деятельности за счет оптимизации управленческих воздействий [26, 27].

Наряду с этим в рамках сервисных модулей платформы «Цифровая мелиорация» следует организовать сбор и систематизацию данных для подготовки аналитического отчета о целесообразности оказания финансовой поддержки организациям, выступающим в качестве клиентов финансовых займов, страхования, кредитования, субсидий и других форм государственной поддержки. Программно-коммуникационные модули платформы должны взаимодействовать с другими цифровыми сервисами властных органов для аккумуляции данных и сведений в едином информационном пространстве.

Функциональный модуль «Эффективный мелиоративно-водохозяйственный комплекс» обеспечивает формирование инновационной системы планирования и оптимизации процессов развития и размещения мелиорации в агропроизводстве на разных уровнях обобщения агроландшафтов и использования земель (поле, участок, хозяйство, муниципалитет, субъект РФ, страна, зарубежные территории).

Целью разработки модуля «Интеллектуальная мелиоративная система» является реализация процессов эффективного развития, внедрения и эксплуатации технологий, конструкций и оборудования гидромелиоративных систем, сооружений и мелиоративных мероприятий на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, базирующихся на использовании мощных инструментов цифровизации — искусственного интеллекта и роботизации.

Модуль «Умное мелиорируемое поле» включает цифровизацию технологий сбора, последующего анализа, обработки и применения в процессе принятия и реализации управляющих решений множеств больших данных, характеризующих как текущие процессы природной среды в целом, так и трансформацию почвенных и других условий роста и развития растений, необходимых для бесперебойного увеличения производственных показателей растениеводства без нарушения экологической безопасности агроландшафта.

Модуль «Безопасная мелиорация» ведомственной платформы «Цифровая мелиорация» ориентирован на решение следующих основополагающих задач: применение ресурсосберегающих, экологически безопасных и/или малоотходных технологий; формирование экологически чистых энергетических источников при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов мелиоративного водохозяйственного комплекса; выращивание безопасных продуктов питания и сырья для пищевой промышленности; сохранение биологического разнообразия и защита окружающей среды.

Цель разработки модуля «Конкурентоспособное предприятие» заключается в создании сквозной системы интеллектуального сопровождения полного цикла процессов управления для руководящего состава организаций, занимающихся мелиорацией, начиная с момента моделирования нестандартной стратегии ее технологического развития с применением контрольных функций на отдельно взятый период и для конкретного проекта, и до оперативного реагирования на непредвиденные обстоятельства и чрезвычайные ситуации.

Основополагающая задача модуля «Профессиональная мелиорация» — помощь в создании и осуществлении на базе специализированных вузов и организаций среднего профессионального образования программ обучения, направленных на теоретическое обоснование разработки и практическое применение опыта внедрения и эксплуатации инновационных технологий в сфере мелиорации.

Необходимо также предпринимать определенные шаги для решения вопросов удаленного образования и переподготовки имеющихся в регионе IT-специалистов для сопровождения и обслуживания именно мелиоративных автоматизированных систем. Повышение профессиональной компетентности в вопросах цифровой мелиорации, безусловно, должно касаться не только узкоспециализированных инженеров и наладчиков, но и всего персонала, работающего в сегменте мелиоративной деятельности, что позволит прогнозировать перспективы цифровизации в мелиоративном секторе экономики Российской Федерации.

Формирование перспективного инструментария цифровизации процессов комплексной мелиорации

Сложность цифровизации системы растениеводства в целом обусловлена слишком большим размахом условий ее реализации, как по наличию и составу материально-технической базы, так и по кадровому потенциа-

лу производства хозяйствующих субъектов. В каждом конкретном случае разработчикам и проектировщикам необходимо подобрать индивидуальный актуальный инструментарий, с помощью которого планируется реализация программно-технического комплекса цифровизации агротехнологий на том или ином поле, участке, хозяйстве, регионе [28, 29].

Однако следует выделить универсальные, подлежащие стандартизации инструментарии создания и эксплуатации цифровых технологий, использование которых на этапах современного развития сферы мелиоративной деятельности агропроизводства и ближайшего будущего становится обязательным.

Прежде всего это технологии работы с данными в области управления (сбор, хранение, передача, трансформация и т.д.) и аналитических исследований на основе имеющихся данных [30, 31]. Для повышения эффективности сбора данных потребуется совершенствование технологического устройства датчиков с целью увеличения их многозадачности, миниатюризации и оптимизации стоимости. О перспективности указанного направления свидетельствует большой интерес потребителей в других областях производства к компактным, портативным, умным устройствам, более оперативным и имеющим множество дополнительных функций. Однако все еще существуют проблемы их функционирования вне помещения в условиях сурового климата. Серьезной проблемой портативных устройств становится также и обеспечение бесперебойного питания в ситуациях, когда невозможна замена локального источника (например, у высокочастотных GPS-датчиков).

Стоимость как передачи, так и хранения данных быстро снижается, что делает технологии работы с данными все более доступными для сельхозтоваропроизводителей.

Решения по хранению данных включают вопросы: выбор места хранения; конфиденциальность и доступность; резервное копирование и безопасность данных; разделение между облачным и локальным хранилищем; срок хранения данных. Решения для них все еще развиваются, отчасти по мере увеличения объема данных, которые необходимо передать.

В сфере мелиоративной деятельности АПК существует и сохраняют актуальность разработки совершенных технологий обработки больших массивов данных (Big Data) [32]. К Big Data в современном понимании принято относить массивы данных с объемом, приближающимся к петабайтам. В условиях грядущей глобальной цифровизации всего мелиоративного комплекса, учитывая, что работать придется с мультимедийным материалом, причем не только с фотографиями и снимками со спутников, но и с видеофайлами, такие объемы становятся все более реальными.

Для обработки массивов Big Data необходимо разрабатывать и внедрять специализированное программное обеспечение, а также проектировать технические средства на основе ГИС-технологий. Это потребует немалых финансовых вложений, которые, по понятным причинам, могут не окупиться с экономической точки зрения. Поэтому привлечение частных инвестиций к формированию инструментария управления массивами больших данных является достаточно проблематичным, что актуализирует задачи бюджетного государственного финансирования указанных разработок.

Стандартизированный подход к обработке и использованию больших массивов данных обеспечит всем без исключения хозяйствующим субъектам на объектах

мелиоративного водохозяйственного комплекса, вне зависимости от размеров и формы собственности объекта, доступ к необходимым сведениям. В результате появится возможность использовать облачные технологии для хранения и обработки данных. Это серьезно снизит техническую и экономическую нагрузку на конечного пользователя. По сути, через сеть «Интернет» будет передаваться запрос и приниматься результат. Хранение и вычисление будут осуществляться на централизованных серверах. По такому же принципу имеет смысл организовывать работу систем управления базами данных (СУБД) на облачных платформах.

Повышение аналитических возможностей цифровых технологий может обеспечить в дополнение к традиционно используемым методам описательной и диагностической аналитики, устанавливающим, «что произошло?» и «почему это произошло?», широкое применение прогнозирующих методов («что произойдет?») и формирующих решение аналитик («как мы можем это сделать?»), ориентированных на определение будущего состояния объекта управления. Методы прогнозирующей аналитики обеспечивают оценку тенденций развития событий и моделей поведения, а также вероятность возникновения определенной ситуации. Такие решения возможны при объединении областей статистики, занимающихся извлечением информации из данных, с правилами и алгоритмами их обработки, а при необходимости — и с привлечением внешних данных.

Цифровое сельское хозяйство должно обеспечивать гибкость управляющих воздействий, чтобы можно было эффективно и оперативно реагировать на часто возникающие в агропроизводстве непредвиденные ситуации. Рекомендации аналитики, формирующей решения, основанные на результатах обработки широкого спектра данных, оперативно поступающих от множества датчиков, повышают эти возможности. Растущая перспектива использования цифровых технологий для преобразования точных данных в цепи мероприятий производства и реализации продукции растениеводства в практические знания для управления и поддержки принятия сложных управленческих решений на предприятии и в цепи мероприятий агропроизводства и реализации продукции позволит перейти сельскому хозяйству «от обеспечения точности к принятию решения», что будет отличать «цифровое сельское хозяйство» от «прецизионного агропроизводства».

Успешность развития аналитики в качестве инструментария цифровизации мелиоративной сферы деятельности значительно повышается с возможностью использования искусственного интеллекта (ИИ) для формирования управленческих решений. Необходимо отметить, что применение искусственного интеллекта является перспективным направлением цифровизации и в других областях мелиоративной деятельности.

Наиболее актуальны для использования ИИ такие цифровые технологии сферы мелиоративной деятельности, как роботизация, мониторинг урожайности и почвенного плодородия, прогностический анализ, нейронные датчики.

Применение ИИ в агропроизводстве позволяет решать множество практических задач, которые в той или иной степени могут быть востребованы в мелиорации, но ему нет альтернативы в ситуациях, требующих замены человека при обслуживании технических средств (роботов, нейронных датчиков), например, в труднодоступных и/или удаленных от хозяйственных центров местах.

Роботы (роботизированные системы) с каждым днем повышают свою привлекательность в качестве мощного инструментария реализации автоматизированных цифровых систем в сельском хозяйстве [33]. Сейчас роботы способны решать производственные задачи без непосредственного участия человека. При этом значительно повышается производительность, точность исполнения технологических операций, снижается процент брака. Роботы сегодня сильнее, быстрее, точнее, стабильнее и, как следствие, эффективнее человека при выполнении определенных технологических операций производства. Прежде всего это тяжелые и/или рутинные процедуры, ситуации повышенного риска и низкой эргономичности технологических процедур. Вместе с тем все чаще мотивацией для роботизации производства становятся социально-экономические аспекты: снижение влияния человеческого фактора, доли ручного труда, кадровых рисков и т.п.

Однако не следует забывать, что эффективность и работоспособность роботов в значительной степени зависят от человека, его умения настраивать, управлять, ремонтировать роботов. Таким образом, возможности роботизации агротехнологий имеют свои ограничения, связанные с необходимостью предварительной подготовки в достаточном количестве квалифицированных кадров. Немаловажным фактором, ограничивающим использование роботов в сельском хозяйстве, является практическое отсутствие отечественных разработок в области агроцифровизации, а доступность зарубежных цифровых решений в условиях увеличивающихся санкций в адрес РФ и возрастающей нестабильности валют резко падает. Это лишний раз подтверждает необходимость импортозамещения в технологическом, техническом и программном обеспечении процессов цифровизации сферы мелиоративной деятельности.

Максимальной популярностью в качестве инструмента технологий цифровизации отечественного агропроизводства пользуются дроны, квадрокоптеры и беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Нередко БПЛА рассматривают как транспортное средство датчиков сбора информации для поддержки принимающихся решений [34]. Учитывая, что БПЛА все чаще привлекаются для контроля и реализации агротехнологических процедур, беспилотники также предлагается относить к роботам.

В мелиорируемом земледелии беспилотники используются для выполнения видео-, аэрофото- и тепловизионной съемки; лазерного сканирования; компьютерного моделирования; внесения удобрений; обработки растений ядохимикатами; посева и полива сельскохозяйственных культур и пр.

К достаточно новому направлению разработки инструментария цифровых решений мелиоративной деятельности относится технология блокчейн — по существу представляющая собой «неподкупную» электронную бухгалтерскую книгу, помогающую отслеживать каждую транзакцию перемещения продуктов питания по пищевой цепочке и, следовательно, позволяющую определять их позиции в последовательности мероприятий формирования стоимости, облегчая для потребителя поиск сведений о происхождении приобретаемого товара [35–40].

Подключение к надежной, скоростной широкополосной связи для работы с Интернетом вещей и быстрой передачи больших объемов данных имеет важное значение для участия сельского населения в цифровом агропроизводстве [41]. Тем не менее, сельские районы

относятся к регионам, наименее обеспеченным сетью «Интернет», и «цифровая пропасть» между сельскими и городскими районами страны очевидна, что является одной из причин медленного развития масштабов цифровизации агропроизводства.

Интернет вещей (IoT) — относительно новая, но быстро развивающаяся технология цифровизации АПК, обеспечивающая непосредственное взаимодействие физических объектов, устройств и систем производственных процессов на основе средств коммуникации и связи [42–44]. Приоритетная задача IoT в сельском хозяйстве, как и в мелиоративном комплексе в частности, заключается в эффективном и рациональном распоряжении поступающими ресурсами. «Умная» мелиорация ориентирована не только на увеличение количества выпускаемой продукции или осуществляемых мелиоративных мероприятий, но в первую очередь на повышение их качественных показателей [45].

Среди актуальных направлений в области умной мелиорации выделяются:

1. IoT-технологии в коммуникации, где необходима адаптация управленческих механизмов и механизмов контроля под мобильные приложения. Это позволит специалистам вносить корректировки в базы данных и предоставлять для обработки актуальную информацию в режиме реального времени, находясь непосредственно на мелиоративном объекте. В целом стремление к мобильной реализации цифровых решений характерно не только для технологий коммуникации, но и для других направлений производственной деятельности.

2. Сервис-ориентированная архитектура (SOA), обеспечивающая серверную централизацию всех текущих процессов агропроизводства. Такой подход для IoT в полной мере коррелирует с перспективами использования облачных Big Data.

3. Автоматическая идентификация объектов через радиосигнал (RFID). Штрих-кодирование и применение несложных датчиков считывания позволяют формализовать объекты цифровизации, что для мелиоративного комплекса принципиально важно. Так, маркировка отдельных участков полей обеспечивает ранжирование продукции растениеводства по возрасту, сорту и другим параметрам, что гораздо эффективнее использования других методов, к примеру, искусственного интеллекта.

Выявление целевых показателей развития

цифровизации процессов комплексной мелиорации

АПК Российской Федерации на первом этапе осуществляющейся в настоящий период его модернизации предстоит обеспечить население страны отечественными конкурентоспособными продуктами питания, а пищевую промышленность — сырьем, а затем решить следующую, еще более глобальную задачу — занять передовые позиции мирового рынка конкурентоспособных высококачественных экологически чистых продуктов питания.

По данным экспертов, цифровизация аграрного сектора экономики сокращает: затраты аграриев на производство и обеспечение качества продукции растениеводства — на 10–40% и 10–20% соответственно, простой оборудования — на 30–50%, период вывода продукции на рынок — на 20–50%, финансирование хранения запасов — на 20–50%.

К ожидаемым результатам цифровизации сферы мелиоративной деятельности относятся [2, 5, 46–50]:

- гарантированное обеспечение экологической безопасности природопользования мелиорируемого расте-

ниеводства и рационального использования природных ресурсов (земли, воды, климатического потенциала и пр.) на разных уровнях обобщения агроландшафтов и использования земель (поле, участок, хозяйство, муниципалитет, субъект РФ, страна, зарубежные территории);

- внедрение специализированных платформ поддержки цифровизации агропроизводства базовых экопродуктов дифференцированно по культурам и их продвижения на рынки в объемах, обеспечивающих России передовые позиции мирового сельхозтоваропроизводителя;

- повышение доли импортозамещения на российском рынке высококачественных продуктов питания;

- рост производства, создания и использования отечественной техники, оборудования, конструкций, инновационных материалов, программно — технических комплексов и т.п. мероприятий, способствующих снижению зависимости мелиоративного растениеводства от зарубежных поставок;

- замена морально устаревшего и физически изношенного мелиоративного фонда высокотехнологичными и надежными, функционально эффективными, экономически рациональными и экологически безопасными мелиоративными мероприятиями, системами, а также отдельно расположенными гидротехническими сооружениями;

- формирование успешного рынка труда на основе эффективной конкуренции и снижения безработицы вплоть до полной ликвидации;

- создание системы управления платформами сопровождения производства продукции растениеводства на мелиорируемых землях с использованием технологий Интернета вещей, управления техникой, приложений «Интеллектуальная мелиоративная система», «Умное мелиорируемое поле»;

- оцифровка мелиорируемых земель сельскохозяйственного назначения, включая состав и структуру почвы и GIS-подложку с разрешением 1 м;

- расширение мер государственной поддержки в зависимости от фактических данных сельхозпроизводителей в части участия в процедурах цифровизации мелиорируемого агропроизводства;

- разработка программ подготовки специалистов в области создания, внедрения и эксплуатации цифровых решений агропроизводства и распределение выпускников профильных вузов на работу в селе;

- автоматическое в режиме онлайн поступление от сельхозтоваропроизводителей, подключенных к платформе «Цифровая мелиорация», систематизированной и агрегированной в унифицированном формате информации о метеорологических условиях, состоянии агрофитоценозов, затратах на возделывание сельскохозяйственных культур. Платформа, выступая в роли интегратора услуг банков, страховых и других компаний поддержки процессов цифровизации агропроизводства, аккумулирует предложения по кредитованию (страхованию), реализации продукции, субсидированию, технологическим решениям, предоставлению складских помещений и т.п. услугам для конкретного хозяйствующего субъекта с учетом его специфических возможностей и особенностей.

Непосредственно услуги обеспечивают банки, страховые компании и другие соучастники рынка поддержки агробизнеса;

- повышение производительности труда сельхозтоваропроизводителей и качества производимой продукции в результате замены посредников цифровыми платформами и формирования производственных цепочек с контролируемым жизненным циклом продукции;

- прогнозирование цен на базовые продукты агропроизводства в начале сезона, что повысит возможности регулирования продовольственной безопасности Российской Федерации.

В настоящее время на федеральном уровне рассматриваются два прогнозных варианта стратегического развития агропромышленного комплекса [5, 6]. По аналогии в составе настоящих исследований предлагаются локальный и прорывной сценарии внедрения цифровых решений мелиоративного сектора АПК.

Локальный вариант развития цифровизации предусматривает постепенное, без использования государственного бюджетного ресурса, исключительное на экономических принципах, продвижение цифровых технологий в мелиоративном секторе. В этом случае имеет смысл говорить об относительно линейном росте экономических показателей отрасли. К примеру, валовой внутренний продукт (ВВП) мелиоративного сектора экономики в 2020 г. составил порядка 10,8 трлн руб. При локальном развитии без резких подвигек к 2025 г. он достигнет, предположительно, 15,05 трлн руб., а к 2030 г. — 20 трлн руб. Прогнозируемые параметры инвестиций в сферу мелиоративной деятельности АПК представлены в таблице 2.

На начальном этапе реализации локального варианта целесообразно создать несколько экспериментальных полигонов на базе крупных аграрно-хозяйственных холдингов и нескольких фермерских хозяйств. На этих площадках следует осуществлять производственную проверку инновационных решений, определить эффективность цифровых подходов к ведению мелиорации, сформировать предварительную базу данных и в дальнейшем постепенно перейти к расширению проектов цифровизации на принципах добровольности, активно рекламируя и популяризируя их положительные достижения в конкретных хозяйствах, организуя курсы подготовки и переподготовки специалистов, оказывая государственную финансовую поддержку в формате субсидий и льготных кредитов.

Таким образом, локальный путь развития цифровизации гарантирует достижение поставленных целей по повышению производительности труда, эффективности мелиорации и, как следствие, обеспечение к 2030

Таблица 1. Прогнозируемые инвестиции в мелиоративный сектор экономики в сценариях развития мелиорации (предложено автором по материалам нормативно-правовой базы развития АПК)

Table 1. Projected investments in the reclamation sector of the economy in scenarios for the development of reclamation (proposed by the author based on the materials of the regulatory and legal framework for the development of the agro-industrial complex)

Прогноз	2020	2025	2030
Локальный вариант			
Инвестиции, трлн руб.	2,0	3,04	3,77
Прорывной вариант			
Инвестиции, трлн руб.	2,0	4,44	6,57

г. в соответствии с заданием Правительства РФ полной продовольственной безопасности страны и 100%-го импортозамещения. Цели, безусловно, амбициозные, но они вполне реализуемы при грамотном и квалифицированном подходе к решению предстоящих задач. Локальный формат развития позволяет нивелировать риски ошибочных решений.

Многочисленные примеры мировой экономики: китайское экономическое «чудо», Гонконг, послевоенная Япония и многие другие свидетельствуют, что основополагающим фактором прорывных успехов с высокими экономическими показателями за короткий промежуток времени является волевое решение государства, что позволяет ряду экспертов говорить о диктатуре, плановом и даже тоталитарном режиме ведения хозяйства.

Конечно, такой подход в определенной степени противоречит принципам рыночной экономики и общепринятым в настоящее время отечественным экономическим стандартам. Но прогнозные расчеты показывают, что при успешной реализации прорывного сценария результат будет гарантированно выше, нежели при локальном развитии событий.

Рост валового внутреннего продукта в мелиорации в сценарии глобального прорыва цифровизации прогнозируется параболический. Так, к 2025 г. он составит 17,8 трлн руб., а к 2030 г.— соответственно 29,8 трлн руб. Прогнозируемые инвестиции в цифровизацию мелиорации представлены в таблице.

Казалось бы, второй вариант развития событий однозначно выглядит более привлекательным. Но здесь существуют определенные подводные камни, которые в обязательном порядке необходимо учитывать при окончательном выборе направления цифровизации в Российской Федерации. В первую очередь это риски широкого внедрения неопробованных на практи-

ке технологий. Также существует большая проблема с подготовкой квалифицированных кадров в режиме «авральных работ» по развитию цифровых решений агропроизводства.

Если в случае планомерного и поступательного развития цифровых технологий возможна параллельная разработка и внедрение отечественных автоматизированных систем поддержки решений, обработки больших массивов данных, роботов, беспилотных летательных аппаратов и иных инновационных инструментариев создания и эксплуатации программно-технических комплексов цифровизации, то при прорывном сценарии развития цифровизации однозначно придется закупать в больших объемах зарубежное оборудование, программную и т.п. продукцию, а также приглашать иностранных специалистов для ее освоения, по крайней мере на первых порах, которые исчисляются по меньшей мере десятилетием. К тому же, такое решение во многом противоречит генеральной линии Правительства, ориентированной на импортозамещение в сфере производства продуктов питания для населения.

Выводы/ Conclusion

Цифровые технологии и их взаимосвязь через Интернет вещей повышают эффективность решений, обеспечивающих устойчивый рост производства продуктов питания и непосредственное, исключая посредников взаимодействие потребителей и сельхозтоваропроизводителей. Однако очевидно, что организация цифрового сельского хозяйства и рациональное совместное использование возможных выгод, которые оно может предложить, потребует значительных изменений в процессах производства и реализации продукции растениеводства и решения важнейших социально-этических, а также технических вопросов. Наука и ученые должны играть решающую роль в управлении этими изменениями.

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

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с
3. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы»
5. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденный Правительством Российской Федерации от 10 июля 2018 г.
6. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 12 января 2017 г. № 3 «Об утверждении Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2030г.»
7. Юрченко И. Ф., Носов А. К. Оптимизационная модель формирования вариантов развития мелиораций в составе схемы комплексного использования и охраны водных объектов. *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2015; 2; 53-66.

REFERENCES

1. Program "Digital Economy of the Russian Federation". Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 iyulya 2017 g. № 1632-r. (In Russian).
2. Departmental project "Digital Agriculture": official publication. - M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2019. - 48 p. (In Russian)
3. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 "On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024". (In Russian).
4. Resolution of the Government of the Russian Federation № 996 of 25.08.2017 "On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025". (In Russian).
5. "Forecast of scientific and technological development of the Russian Federation for the period up to 2030", approved by the Government of the Russian Federation on July 10, 2018. (In Russian).
6. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation № 3 dated January 12, 2017 "On approval of the Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030". (In Russian).
7. Yurchenko I. F., Nosov A. K. Optimization model for the formation of options for the development of melioration as part of the scheme for the integrated use and protection of water bodies. *Vodnoye hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie*. 2015; 2; 53-66. (In Russian)

8. Кирейчева Л. В., Юрченко И. Ф. Роль мелиорации земель в решении проблемы продовольственной безопасности России. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2015; 2; 13-15
9. Труфляк Е. В. Использование элементов точного сельского хозяйства в России. Краснодар: КубГАУ, 2018. 26 с
10. Александровская, Л. А. Развитие процессов цифровизации в мелиоративной сфере: тенденции и перспективы. *Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)*. 2020; 4(72); 103-110
11. Ольгаренко В. И., Юрченко И. Ф., Ольгаренко И. В. [и др.] Обоснование эффективности планирования технологических процессов водопользования и оперативное управление водораспределением на базе использования метода Монте-Карло. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2018; № 1(29); 49-65.
12. Степных Н. В., Нестерова Е. В., Заргарян А. М. [и др.] Цифровизация управления агротехнологиями. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2018. 43 с
13. Shepherd, Mark & Turner, James & Small, Bruce & Wheeler, David. (2018). Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the "digital agriculture" revolution: Realising the promise of 'Digital agriculture'. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100. 10.
14. Маринченко Т. Е. Цифровая трансформация растениеводства. *Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ*. 2018; № 4; 330-338
15. Юрченко И. Ф. Водосберегающая технология планирования технической эксплуатации мелиоративных систем. *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2016; № 5; 76-88.[
16. Юрченко И. Ф., Трунин В. В. Методология создания информационной технологии оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах. *Природообустройство*. 2013; № 4; 10-14.[
17. Поляков В. В., Александровская Л. А., Лукьянченко Е. П., Чешев А. С. Использование и охрана природных ресурсов в рамках агро-мелиоративных систем. Ростов н/Д: М., 2018. 223 с.
18. Bandurin, M. A. Computer Technology to Assess the Capacity Reserve of the Irrigation Facilities of the Agro-Industrial Complex / M. A. Bandurin, I. F. Yurchenko, I. P. Bandurina // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01-04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8933970. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8933970.
19. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг., утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 996 от 25 августа 2017 г. *Информация ФГБУ «Спеццентрчет в АПК» от 29.05.18 г.* URL:www.rg.ru. [
20. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с
21. Кульков В. М. Цифровая экономика: надежды и иллюзии. *Философия хозяйства. Альманах Центра общественных наук и экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*. 2017; № 5; 145-156.
22. Захарян А. В., Померко Е. С., Негодова А. В., Давыденко М. А. Цифровая экономика и перспективы ее роста на 2018-2020 годы. *Экономика и предпринимательство*. 2018; № 5 (94); 169-173.
23. Fanzo J., Covic N., Dobermann A., Henson S., Herrero M., Pingali P., Staal S. A research vision for food systems in the 2020s: defying the status quo. *Global Food Security*. - 2020. - T. 26. - C. 100397. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100397.
24. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. - 2019. - T. 90. - C. 100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315 EDN: VHSTUI
25. Rotz S. et al. The politics of digital agricultural technologies: a preliminary review // *Sociologia Ruralis*. - 2019. - T. 59. - №. 2. - C. 203-229. DOI: 10.1111/soru.12233.
26. Щедрин В. Н., Васильев С. М., Слабунов В. В. [и др.] Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация». *Информационные технологии и вычислительные системы*. 2020; № 1; 53-64. DOI 10.14357/20718632200106
27. Юрченко И. Ф. Системы поддержки принятия решений как фактор повышения эффективности управления мелиорацией (обзор). *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2017; № 2(26); 195-209.[
28. Smith M. J. Getting value from artificial intelligence in agriculture // *Animal Production Science*. - 2020. - T. 60. - №. 1. - P. 46-54. DOI: 10.1071/AN18522.
29. Shepon A., Henriksson P. J. G., Wu T. Conceptualizing a Sustainable Food System in an Automated World: Toward a "Eudaimonian" Future. *Frontiers in Nutrition*. - 2018. - T. 5. - P. 104. DOI: 10.3389/fnut.2018.00104.
8. Kirejcheva L. V., Yurchenko I. F. The role of land reclamation in solving the problem of food security in Russia. *Vestnik Rossijskoj sel'skhozajstvennoj nauki*. 2015; 2; 13-15. (In Russian).
9. Truflyak E. V. The use of elements of precision agriculture in Russia. *Krasnodar: KubGAU*, 2018. 26 p. (In Russian).
10. Aleksandrovskaia, L. A. Development of digitalization processes in the land reclamation sphere: trends and prospects. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINH)*. 2020; 4(72); 103-110. (In Russian).
11. Ol'garenko V. I., Yurchenko I. F., Ol'garenko I. V. [i dr.] Justification of the effectiveness of planning technological processes of water use and operational management of water distribution based on the use of the Monte Carlo method. *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii*. 2018; № 1(29); 49-65. (In Russian).
12. Stepnyh N. V., Nesterova E. V., Zargaryan A. M. [i dr.] Digitalization of agricultural technology management. *Kurtamys: OOO «Kurtamyskaya tipografiya»*, 2018. 43 p. (In Russian).
13. Shepherd, Mark & Turner, James & Small, Bruce & Wheeler, David. (2018). Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the "digital agriculture" revolution: Realising the promise of 'Digital agriculture'. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100. 10.
14. Marinchenko T. E. Digital transformation of crop production. *Innovations in agriculture. Federal'nyj nauchnyj agroinzhenernyj centr VIM*. 2018; № 4; 330-338. (In Russian).
15. Yurchenko I. F. Water-saving technology for planning the technical operation of reclamation systems. *Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie*. 2016; № 5; 76-88. (In Russian).
16. Yurchenko I. F., Trunin V. V. Methodology for creating information technology for operational management of water distribution in inter-farm irrigation systems. *Prirodoobustrojstvo*. 2013; № 4; 10-14. (In Russian).
17. Polyakov V. V., Aleksandrovskaia L. A., Lukyanchenko E. P., Cheshev A. S. Use and protection of natural resources within agro-reclamation systems. *Rostov n / D: M.*, 2018. 223 p. (In Russian).
18. Bandurin, M. A. Computer Technology to Assess the Capacity Reserve of the Irrigation Facilities of the Agro-Industrial Complex / M. A. Bandurin, I. F. Yurchenko, I. P. Bandurina // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019, Vladivostok, 01-04 октября 2019 года. – Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. – P. 8933970. – DOI 10.1109/FarEastCon.2019.8933970.
19. Federal Science and Technology Program for the Development of Agriculture for 2017-2025, approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 996 of August 25, 2017. *Information of the Federal State Budgetary Institution "Special Center for Agriculture"*, dated May 29, 2018. URL: www. rg.ru . (In Russian).
20. Digital transformation of Russian agriculture: official. ed. M.: *FGBNU "Rosinformagrotech"*, 2019. - 80 p. (In Russian).
21. Kul'kov V.M. Digital Economy: Hopes and Illusions. *Filosofiya hozjajstva. Al'manah Centra obshchestvennykh nauk i ekonomicheskogo fakul'teta MGU im. M.V. Lomonosova*. 2017; № 5; 145-156. (In Russian).
22. Zaharyan A. V., Pomerko E. S., Negodova A. V., Davydenko M. A. Digital economy and its growth prospects for 2018-2020. 2018; № 5 (94); 169-173. (In Russian).
23. Fanzo J., Covic N., Dobermann A., Henson S., Herrero M., Pingali P., Staal S. A research vision for food systems in the 2020s: defying the status quo. *Global Food Security*. - 2020. - T. 26. - C. 100397. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100397.
24. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda // *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. - 2019. - T. 90. - C. 100315. DOI: 10.1016/j.njas.2019.100315 EDN: VHSTUI
25. Rotz S. et al. The politics of digital agricultural technologies: a preliminary review // *Sociologia Ruralis*. - 2019. - T. 59. - №. 2. - C. 203-229. DOI: 10.1111/soru.12233.
26. Shchedrin V. N., Vasil'ev S. M., Slabunov V. V. [i dr.] Approaches to the formation of the information system "Digital melioration". *Informacionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 2020; № 1; 53-64. (In Russian). DOI 10.14357/20718632200106
27. Yurchenko I. F. Decision support systems as a factor in improving the efficiency of land reclamation management (review). *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii*. 2017; № 2(26); 195-209. (In Russian).
28. Smith M. J. Getting value from artificial intelligence in agriculture // *Animal Production Science*. - 2020. - T. 60. - №. 1. - P. 46-54. DOI: 10.1071/AN18522.
29. Shepon A., Henriksson P. J. G., Wu T. Conceptualizing a Sustainable Food System in an Automated World: Toward a "Eudaimonian" Future. *Frontiers in Nutrition*. - 2018. - T. 5. - P. 104. DOI: 10.3389/fnut.2018.00104.

- 30 Wolfert S, Ge L, Verdouw C и Bogaardt M-J, Big data in smartfarming — review. *agricultural system* 153: 69–80 (2017).
- 31 Carolan M, Publicising food: big data, precision agriculture, and co-experimentation techniques of addition. *Sociologia Ruralis* 57:135–154 (2017).
- 32 Franks, B. Taming the Big Data Tidal Wave Finding Opportunities in Huge Data Streams with Advanced Analytics. Bill Franks, 2012.
- 33 Гольяпин В. Я. Роботы для полей: обзор интеллектуальной сельхозтехники: сайт *Агробизнес. Техника*, 2019. URL: <https://agbztech.ru/article/robots-for-fields-review-of-intelligent-agricultural-equipment> [Дата обращения: 23.01.2022.]
- 34 Хорт Д.О., Личман Г.И., Филиппов Р.А., Беленков А.И. Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) в точном земледелии. *Фермер. Поволжье*. 2016; № 7; 12-19.
35. Вартанова М.Л., Дробот Е.В. Регулирование цифровых финансовых активов и применение блок-чейн технологий в сельском хозяйстве. *Креативная экономика*. 2019; Том 13. № 1; 37-48.
36. Sylvester G. E-agriculture in action: Blockchain for agriculture. The Food and Agriculture Organization of the United States and the International Telecommunication Union, Bangkok. - 2019.
37. Xiong H. et al. Blockchain Technology for Agriculture: Applications and Rationale. *Frontiers in Blockchain*. - 2020. - Т. 3. - P. 7. DOI: 10.3389/fbloc.2020.00007.
38. Motta G. A., Tekinerdogan B., Athanasiadis I. N. Blockchain Applications in the Agri-Food Domain: The First Wave. *Frontiers in Blockchain*. - 2020. - Т. 3. - С. 6. DOI:10.3389/ fbloc. 2020.0000.
39. Idelberger F. et al. Evaluation of logic-based smart contracts for blockchain systems // International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web. - Springer, Cham, 2016. - С. 167-183. DOI: 10.1007/978-3-319-42019-6_11.
40. Swan M. Blockchain temporality: smart contract time specificity with blocktime // International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web. - Springer, Cham, 2016. - С. 184-196. DOI: 10.1007/978-3-319-42019-6_12
41. Adesta E. Y. T., Agusman D., Avicenna A. Internet of Things (IoT) in Agriculture Industries // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI). - 2017. - V. 5. - №. 4. - P. 376-382.
42. Козубенко И. С., Балабанов И. В. «Интернет вещей» в управлении агропромышленным комплексом. *Техника и оборудование для села*. 2017; № 8; 46–48
43. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. - 2017. - Т. 114. - №. 24. - С. 6148-6150. 10.1073 / pnas.1707462114. DOI: 10.1073/ pnas.1707462114
44. Verdouw CN, Wolfert S and Tekinerdogan B, Internet of Things in agriculture. *CAB Rev* 11:1–12 (2016).
45. Jakku E, Taylor B, Fleming A, Mason C, Fielke S et al., 'If they don't tell us what they do with it, why would we trust them?' Applying the multi-level perspective on socio-technical transitions to understand trust, transparency and benefit-sharing in Smart Farming and Big Data, in Paper presented at the 13th European International Farm Systems Association Symposium, 1–5 July 2018, Chania, Greece (2018).
46. Ловчикова Е. А., Первых Н. А., Солодовник А. И. Цифровая экономика и кадровый потенциал АПК: стратегическая взаимосвязь и перспективы. *Вестник аграрной науки*. 2017; № 5(68); 107–112.
47. Староверов В.И., Вартанова М.Л. Стимулирование отечественного производителя. *Продовольственная политика и безопасность*. 2018; Том 5, № 2; 91–97.
48. Goldman Sachs. -URL: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=121765> [Accessed 13.04.2022 r.
49. David R. Montgomery, Jennifer J. Otten, Sarah M. Collier It's time to rethink the disrupted US food system from the ground up <https://theconversation.com/its-time-to-rethink-the-disrupted-us-food-system-from-the-ground-up-139708> 16.09.2020.
50. Puma, M., S. Bose, S.Y. Chon, and B. Cook, 2015: Assessing the evolving fragility of the global food system. *Environ. Res. Lett.*, 10, no. 2, 024007,. DOI: 10.1088/17489326/10/2/ 024007.
30. Wolfert S, Ge L, Verdouw C и Bogaardt M-J, Big data in smartfarming — review. *agricultural system* 153: 69–80 (2017).
31. Carolan M, Publicising food: big data, precision agriculture, and co-experimentation techniques of addition. *Sociologia Ruralis* 57:135–154 (2017).
32. Franks, B. Taming the Big Data Tidal Wave Finding Opportunities in Huge Data Streams with Advanced Analytics. Bill Franks, 2012.
33. Gol'tyapin V. Ya. Robots for the fields: an overview of intelligent agricultural equipment: сайт *Агробизнес. Техника*, 2019. URL: <https://agbztech.ru/article/robots-for-fields-review-of-intelligent-agricultural-equipment>[Accessed:23.01.2022].
34. Hort D.O., Lichman G.I., Filippov R.A., Belenkov A.I. Robots for the fields: an overview of intelligent agricultural equipment. *Fermer. Povolzh'e*. 2016; № 7; 12-19. (In Russian).
35. Vartanova M. L., Drobot E. V. Regulation of digital financial assets and the use of blockchain technologies in agriculture. *Kreativnaya ekonomika*. 2019; Том 13. № 1; 37-48. (In Russian).
36. Sylvester G. E-agriculture in action: Blockchain for agriculture. The Food and Agriculture Organization of the United States and the International Telecommunication Union, Bangkok. - 2019.
37. Xiong H. et al. Blockchain Technology for Agriculture: Applications and Rationale. *Frontiers in Blockchain*. - 2020. - Т. 3. - P. 7. DOI: 10.3389/fbloc.2020.00007.
38. Motta G. A., Tekinerdogan B., Athanasiadis I. N. Blockchain Applications in the Agri-Food Domain: The First Wave. *Frontiers in Blockchain*. - 2020. - Т. 3. - С. 6. DOI:10.3389/ fbloc. 2020.0000.
39. Idelberger F. et al. Evaluation of logic-based smart contracts for blockchain systems // International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web. - Springer, Cham, 2016. - С. 167-183. DOI: 10.1007/978-3-319-42019-6_11.
40. Swan M. Blockchain temporality: smart contract time specificity with blocktime // International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web. - Springer, Cham, 2016. - С. 184-196. DOI: 10.1007/978-3-319-42019-6_12
41. Adesta E. Y. T., Agusman D., Avicenna A. Internet of Things (IoT) in Agriculture Industries // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI). - 2017. - V. 5. - №. 4. - P. 376-382.
42. Kozubenko I.S., Balabanov I.V. "Internet of things" in the management of the agro-industrial complex. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017; № 8; 46–48. (In Russian)
43. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. - 2017. - Т. 114. - №. 24. - С. 6148-6150. 10.1073 / pnas.1707462114. DOI: 10.1073/ pnas.1707462114
44. Verdouw CN, Wolfert S and Tekinerdogan B, Internet of Things in agriculture. *CAB Rev* 11:1–12 (2016).
45. Jakku E, Taylor B, Fleming A, Mason C, Fielke S et al., 'If they don't tell us what they do with it, why would we trust them?' Applying the multi-level perspective on socio-technical transitions to understand trust, transparency and benefit-sharing in Smart Farming and Big Data, in Paper presented at the 13th European International Farm Systems Association Symposium, 1–5 July 2018, Chania, Greece (2018).
46. Lovchikova E. A., Pervyh N. A., Solodovnik A. I. Digital economy and personnel potential of agro-industrial complex: strategic interrelation and prospects. *Vestnik agrarnoy nauki*. 2017; № 5(68); 107–112. (In Russian)
47. Staroverov V. I., Vartanova M. L. Stimulating domestic producers. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'*. 2018; Том 5, № 2; 91–97 (In Russian)
48. Goldman Sachs. -URL: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=121765> [Accessed 13.04.2022 r.
49. David R. Montgomery, Jennifer J. Otten, Sarah M. Collier It's time to rethink the disrupted US food system from the ground up <https://theconversation.com/its-time-to-rethink-the-disrupted-us-food-system-from-the-ground-up-139708> 16.09.2020.
50. Puma, M., S. Bose, S.Y. Chon, and B. Cook, 2015: Assessing the evolving fragility of the global food system. *Environ. Res. Lett.*, 10, no. 2, 024007,. DOI: 10.1088/17489326/10/2/ 024007.

ОБ АВТОРЕ:

Юрченко Ирина Федоровна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт имени А.Н. Костякова. 44. ул. Большая Академическая, Москва, 127550, Российская Федерация
Tel. 7 916 328-85-1
<https://orcid.org/0000-0003-2390-1736>
e-mail: Irina.507@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR:

Irina Fedorovna Yurchenko, doctor of technical Sciences, associate Professor, chief researcher
Department of Environmental and information technologies of the all-Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov, 44, Bolshaya Akademicheskaya str., Moscow, 127550, Russian Federation
Tel. 7 916 328-85-1
<https://orcid.org/0000-0003-2390-1736>
e-mail: Irina.507@mail.ru

УДК 664.8/9

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-210-215

А.К. Суйчинов,
Ж.С. Есимбеков, ✉
Б.К. Кабдылжар,
Б.Е. Сулейменова,
Б.К. Копабаева

Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности (Семейский филиал), Семей, Республика Казахстан

✉ e-mail: ezhanibek@mail.ru

Поступила в редакцию:
24.06.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-210-215

Anuarbek K. Suichinov,
Zhanibek S. Yessimbekov, ✉
Baktybala K. Kabdylzhar,
Botagoz Y. Suleimenova,
Bakhytgul K. Kopabayeva

Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch), Semey, Republic of Kazakhstan

✉ e-mail: ezhanibek@mail.ru

Received by the editorial office:
24.06.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Влияние кислотно-щелочной обработки на физико-химические свойства тонкоизмельченных куриных лап и голов

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Рациональное использование вторичного сырья и разработка эффективных способов его переработки для пищевых целей является актуальным направлением. В статье приведены результаты исследования физико-химических свойств тонкоизмельченного фарша куриных голов и лап, обработанных органическими кислотами (аскорбиновой, лимонной, уксусной) и пепсином.

Методы. Для получения тонкоизмельченного фарша куриных голов и лап использовали установку для тонкого измельчения с зазором между ножами менее 0,1 мм. Полученный тонкоизмельченный фарш выдерживали в растворе органических кислот и пепсина в соотношении 1:1 до 24 ч. Определение химического состава, влагосвязывающей способности и предельного напряжения сдвига (ПНС) проводили по стандартным методикам.

Результаты. Исследованиями установлено, что обработка куриных голов и лап различными органическими кислотами и пепсином приводит к изменению химического состава. Во всех образцах независимо от реагента происходит значительное повышение влаги. Между тем, содержание белка и жира понижается. Максимальное снижение содержания белка происходит при выдержке в растворе уксусной кислоты. Выдержка в растворе аскорбиновой кислоты значительно снижает долю жиров. Результаты выявили значительные изменения в ВСС после обработки. Так, после 3 ч обработки лимонной, аскорбиновой и уксусной кислотами ВСС куриных голов увеличилась в два раза. Обработка пепсином незначительно повысила ВСС. Дальнейшая обработка приводит к снижению показателей ВСС. Обработка фарша куриных голов и лап различными реагентами приводит к разрыхлению структуры, улучшению консистенции и значительному снижению показателя ПНС. В ходе исследований установлено, что обработка раствором аскорбиновой кислоты обеспечивает оптимальные показатели химического состава, влагосвязывающей способности и ПНС фарша куриных голов и лап.

Ключевые слова: куриные головы, куриные лапы, химический состав, влагосвязывающая способность, органические кислоты.

Для цитирования: Суйчинов А.К., Есимбеков Ж.С., Кабдылжар Б.К., Сулейменова Б.Е., Копабаева Б.К. Влияние кислотно-щелочной обработки на физико-химические свойства тонкоизмельченных куриных лап и голов. *Аграрная наука*. 2022; 361(7-8): xx–xx. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-210-215>

© Суйчинов А.К., Есимбеков Ж.С., Кабдылжар Б.К., Сулейменова Б.Е., Копабаева Б.К.

Effect of acid-base treatment on the physico-chemical properties of finely ground chicken feet and heads

ABSTRACT

Relevance. The rational use of secondary raw materials and the development of effective methods for their processing for food purposes is an actual direction. The article presents the results of a study of the physico-chemical properties of finely ground minced chicken heads and feet treated with organic acids (ascorbic, citric, acetic) and pepsin.

Methods. To obtain finely ground minced chicken heads and feet, a fine grinding machine with a gap between the knives of less than 0.1 mm was used. The resulting finely ground minced meat was kept in a solution of organic acids and pepsin in a ratio of 1:1 for up to 24 hours. The determination of the chemical composition, moisture-binding capacity, and yield value was carried out according to standard methods.

Results. Studies have established that the treatment of chicken heads and feet with various organic acids and pepsin leads to a change in the chemical composition. In all samples, regardless of the reagent, there is a significant increase in moisture. Meanwhile, the protein and fat content are reduced. The maximum decrease in protein occurs during exposure to a solution of acetic acid. Exposure in a solution of ascorbic acid significantly reduces the proportion of fats. The results revealed a significant difference in moisture binding capacity after treatment. So, after 3 hours of treatment with citric, ascorbic, and acetic acids, the moisture-binding capacity of chicken heads doubled. Treatment with pepsin slightly increased the moisture-binding capacity. Further processing leads to a decrease in moisture-binding capacity. Treatment of minced chicken heads and feet with various reagents leads to loosening of the structure, improvement in consistency and a significant decrease in the yield value. In the course of the research, it was found that treatment with a solution of ascorbic acid provides optimal indicators of the chemical composition, moisture-binding capacity and ultimate shear stress of minced chicken heads and feet.

Key words: chicken heads, chicken feet, chemical composition, moisture-binding capacity, organic acids.

For citation: Suichinov A.K., Yessimbekov Zh.S., Kabdylzhar B.K., Suleimenova B.E., Kopabayeva B.K. Effect of acid-base treatment on the physico-chemical properties of finely ground chicken feet and heads. *Agrarian Science*. 2022; 361(7-8): xx–xx. (In Russian) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-210-215> (In Russian).

© Suichinov A.K., Yessimbekov Zh.S., Kabdylzhar B.K., Suleimenova B.E., Kopabayeva B.K.

Введение / Introduction

Производство мяса птицы и его потребление ежегодно растет в Республике Казахстан и мире [1–3]. С увеличением доли выхода мяса увеличивается и количество вторичных продуктов убоя птицы. Во время убоя птицы от 10 до 13% живой массы птицы составляют кожа, желудки, сердца и другие побочные продукты [4]. Пищевая ценность этих субпродуктов по количеству белков и жиров не уступает постному мясу. Эффективное использование этих побочных продуктов для производства мясных продуктов с добавленной стоимостью — один из способов получения максимальной отдачи от птицеводства [5].

В числе вторичных продуктов птицеводства — куриные головы и лапы, которые практически не перерабатываются на предприятиях, а реализуются в торговые сети как корм для домашних животных. Однако куриные головы и лапы содержат в большом количестве минеральные вещества (селен, медь, цинк, фосфор, железо, кальций, магний и др.), витамины (РР, К, Е, А, вся группа витаминов В). Богатый минеральный состав куриных голов и лап связан с наличием костных и хрящевых тканей. Белковая часть в основном представлена коллагеном и эластином. Содержащийся в продукте коллаген повышает активность суставов, способствует скорейшему восстановлению поврежденных частей сустава. Вареные лапы наиболее эффективно усваиваются организмом и не способствуют образованию холестерина [6].

Поскольку вторичные продукты обладают некоторыми преимуществами по химическому составу, актуальна их рациональная переработка для пищевых целей. Переработка куриных голов и лап может быть основана на предварительной подготовке или модификации, направленной на разрушение исходной структуры и облегчение отделения балластных частей, с целью получения целевого продукта, обладающего достаточным технологическим потенциалом и большей пищевой ценностью по сравнению с исходным сырьем.

Анализ доступной научно-технической информации позволяет утверждать, что переработка куриных лап и голов может быть выполнена разными способами, вызывающими большие или меньшие изменения нативной структуры. Обработку можно выполнить физическими способами путем механического диспергирования; химическими способами путем воздействия кислотными или щелочными реагентами для разрушения надмолекулярных структур коллагена, а также ферментативным способом с использованием препаратов, обладающих общепролеолитическим действием или коллагеназной активностью.

Так, авторами было проведено комплексное изучение состава и свойств коллагенового геля, полученного двухстадийным методом из куриных ног и предназначенного к использованию в качестве белкового сырья и стабилизатора консистенции в технологии полукопченых колбас из мяса птицы [7]. Другими авторами получены образцы коллагенсодержащего белка из мясокостного остатка и куриных лап путем использования высокотемпературной кратковременной обработки и поточного процесса экстракции белка из животного сырья [8]. Учеными из Казахстана проведены исследова-

ния по использованию куриной шкурки и куриных ног в производстве мясных продуктов [9]. Авторами [10] предложен способ экстракции коллагена из куриных лап путем гидролиза папаина. Проводились эксперименты по оптимизации экстракции коллагена из куриных лап путем гидролиза папаина при различных температурах, времени и соотношениях твердого вещества и растворителя. Оптимальные условия экстракции (с самым высоким выходом, 32,16% по массе) — 28-часовой ферментативный гидролиз при 30 °С.

В работе [11] предложен способ переработки куриных ног в белковый изолят с последующей биотехнологической переработкой белкового изолята в гидролизат коллагена. Жир удаляли экстракцией этанолом/петролейным эфиром (1:1). Изолят белка гидролитически перерабатывали с помощью пищевого протеолитического фермента в гидролизат коллагена. Полученный таким образом гидролизат коллагена имеет светлую окраску, обладает отличной растворимостью в воде и легко усваивается.

Учеными из Чехии предложен способ биотехнологического получения желатина из куриных ножек. Эффективность извлечения составляет 18–38% [12].

Целью данной работы является изучение влияния кислотно-щелочной обработки на химический состав, влагосвязывающую способность и предельное напряжение сдвига куриных лап и голов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Объектами исследований явились вторичные продукты убоя птицы (куриные лапы и головы), которые были закуплены в специализированном магазине крупного птицеперерабатывающего предприятия Восточного Казахстана.

Процесс получения тонкоизмельченного фарша куриных голов и лап

На начальном этапе промывали куриные лапы и головы, срезали клювы и когти, очищали от оперения. Далее измельчали их на мясорубке МИМ-300 с диаметром решетки 5 мм. После полученный фарш измельчался на коллоидной мельнице с зазором между ножами 0,1 мм.

Полученный тонкоизмельченный фарш обрабатывали различными органическими кислотами в соотношении 1:1. В качестве органических кислот были приготовлены 10%-ный раствор аскорбиновой кислоты, 10%-ный раствор лимонной кислоты, 6%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ный раствор пепсина.

Рис. 1. Схема проведения исследования

Fig. 1. The scheme of the study



кислоты. Дополнительно часть фарша куриных голов и лап погружали в 10%-ный раствор фермента пепсина.

Образцы выдерживались в течение 24 ч, при этом через 3 ч, 6 ч, 12 ч и 24 ч отбирались пробы для анализа ВСС и ПНС.

Схема обработки куриных голов и лап приведена на рисунке 1.

Определение общего химического состава проводили методом одной навески исследуемой пробы. Метод заключается в последовательном определении в одной навеске продукта содержания влаги, жира, золы и белка с использованием устройства для определения влажности и жирности мясных и молочных продуктов ускоренным методом [13].

Определение влагосвязывающей способности мяса. Содержание связанной воды определяли по методу Р. Грау и Р. Хамма в модификации ВНИИМП. Метод основан на выделении испытуемым образцом при легком его прессовании воды и определении ее количества по размеру площади пятна, оставляемого ею на фильтровальной бумаге [14].

Для определения предельного напряжения сдвига использовали метод пенетрации — измеряли глубину погружения индентора в исследуемый образец. По величине пенетрации рассчитывали значение предельного напряжения сдвига. Для каждого образца вычисляли значения ПНС θ_0 (Па) при фиксированной длительности погружения по формуле (1):

$$\theta_0 = K \frac{m}{h^2}, \quad (1)$$

где K — константа конуса ($K = 2,1$); m — масса конуса и всех подвижных частей, кг; h — глубина погружения конуса, м.

Статистический анализ

Обработку результатов измерений осуществляли с помощью программы «Excel 2016». Результаты анализов были статистически значимы при $p \leq 0,05$. Данные представлены как среднее значение \pm стандартное отклонение.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Исследование химического состава

На первоначальном этапе был исследован химический состав куриных голов и лап без обработки и после обработки органическими кислотами и ферментами. Обработка куриных голов и лап различными органическими кислотами и пепсином приводит к значительному повышению доли влаги. Это объясняется, прежде всего, тем, что обработка происходит в водном растворе, вследствие чего повышается влажность образца. Среди обработанных образцов самое высокое содержание влаги зафиксировано при обработке 6%-ной уксусной кислотой. Так, без обработки влажность куриных голов составля-

ла 70,9%, тогда как после обработки уксусной кислотой содержание влаги составило 84,6%. Такая же тенденция наблюдается для куриных лап.

Содержание белка в куриных головах значительно уменьшается после обработки кислотами и пепсином. Исходное содержание белка (17,8%) в куриных головах сократилось более чем в два раза после обработки уксусной кислотой (8,3%). Самое малое уменьшение количества белка наблюдается в куриных головах, обработанных аскорбиновой кислотой (до 15,7%). Содержание белка после обработки лимонной кислотой и пепсином составило 13,5% и 12,9% соответственно.

Такая же тенденция уменьшения количества белка наблюдается в куриных лапах после обработки. Содержание белка в лапах без обработки составило 25,2%. Максимальное снижение белка до 10,9% зафиксировано в лапах, обработанных уксусной кислотой. Обработка пепсином снизила общее содержание белка до 15,8%, лимонной и аскорбиновой кислотами — до 18,9% и 19,3% соответственно.

Значительная разница в содержании белка объясняется воздействием реагентов — ослаблением и разрывом связей между белковыми веществами, белково-жировыми образованиями, из-за чего происходит вымывание части белковых составляющих. Кроме того, изменение pH под воздействием различных кислот приводит к повышению гидратации белков [15].

Содержание жира в куриных головах без обработки составило 7,7%. Более чем в два раза понизилось содержание жира в образцах куриных голов, обработанных пепсином (3,5%) и аскорбиновой кислотой (3,3%). Обработка куриных голов уксусной кислотой приводит к снижению содержания жира до 5,2%, лимонной кислотой — до 7,0%.

В куриных лапах происходит существенное снижение доли жира: от 8,2% в лапах без обработки до 2,3%

Таблица 1. Химический состав куриных голов в зависимости от способа обработки, %
Table 1. Chemical composition of chicken heads depending on the method of processing, %

Сырье	Влага, %	Белок, %	Жир, %	Зола, %
Фарш куриных голов БО	70,9±1,06	17,8±0,25	7,7±0,12	3,6±0,03
Фарш куриных голов П	79,0±1,21*	12,9±0,30**	3,5±0,05**	4,5±0,04**
Фарш куриных голов АК	78,8±1,52*	15,7±0,34*	3,3±0,06**	2,2±0,02**
Фарш куриных голов ЛК	77,7±1,10*	13,5±0,17**	7,0±0,09*	1,9±0,02**
Фарш куриных голов УК	84,6±1,23**	8,3±0,12**	5,2±0,08**	2,0±0,02**

БО — без обработки; П — пепсин; АК — аскорбиновая кислота; ЛК — лимонная кислота; УК — уксусная кислота
* — $P < 0,01$; ** — $P < 0,001$

Таблица 2. Химический состав куриных лап в зависимости от способа обработки, %
Table 2. The chemical composition of chicken feet, depending on the processing method, %

Сырье	Влага, %	Белок, %	Жир, %	Зола, %
Фарш куриных лап БО	61,10±0,39	25,20±0,47	8,20±0,15	5,50±0,07
Фарш куриных лап П	73,10±1,31**	15,80±0,26**	5,40±0,10**	5,60±0,09
Фарш куриных лап АК	74,60±1,03**	19,30±0,31**	2,80±0,05**	3,30±0,06**
Фарш куриных лап ЛК	75,40±0,66**	18,90±0,38**	2,30±0,04**	3,30±0,04**
Фарш куриных лап УК	82,10±1,06**	10,90±0,11**	4,30±0,06**	2,70±0,03**

БО — без обработки; П — пепсин; АК — аскорбиновая кислота; ЛК — лимонная кислота; УК — уксусная кислота
* — $P < 0,01$; ** — $P < 0,001$

и 2,8% в лапах, обработанных лимонной и аскорбиновой кислотами соответственно. В куриных лапах, обработанных уксусной кислотой, содержание жира составило 4,29%, пепсином — 5,4%.

Содержание золы в куриных головах без обработки составило 3,6%. Лишь обработка пепсином приводит к увеличению зольности — до 4,5%. Обработка кислотами приводит к ее снижению до 2,2% (аскорбиновая кислота), 2,0% (уксусная кислота) и 1,9% (лимонная кислота).

В куриных лапах содержание золы составило 5,5%. Обработка аскорбиновой, лимонной и уксусной кислотами понизили массовую долю золы до 3,3%, 3,3% и 2,67% соответственно. Незначительное повышение содержания золы в сравнении с контролем было в куриных лапах, обработанных пепсином.

Исследование

влагосвязывающей способности

Влагосвязывающая способность объекта характеризует свойство объекта поглощать и удерживать влагу даже при воздействии внешних сил [14]. ВСС исследовали после разной продолжительности обработки (3 ч, 6 ч, 12 ч, 24 ч). ВСС куриных голов без обработки составила 35,2%. Результаты выявили значительные изменения в ВСС после обработки. Так, после 3 ч обработки лимонной, аскорбиновой и уксусной кислотами ВСС куриных голов увеличилась в два раза. Обработка пепсином незначительно повысила ВСС. Дальнейшая обработка приводит к снижению показателей ВСС (рис. 2).

ВСС фарша куриных голов при различных способах обработки намного выше, чем без обработки (рис. 3).

Наиболее высокий показатель ВСС куриных лап после 3 ч обработки зафиксирован в образце, обработанном пепсином (80,3%), наименьший — в образце, обработанном раствором лимонной кислоты (56,4%). Так же, как и у голов, у образцов фарша куриных лап наблюдается тенденция снижения ВСС после 3 ч обработки. Показатель ВСС после 6 ч, 12 ч и 24 ч обработки аскорбиновой, лимонной кислотами и пепсином снизился в среднем на 7, 11 и 15% соответственно. Обработка уксусной кислоты незначительно уменьшает показатель ВСС (в среднем на 2% после 24 ч обработки).

Таким образом, обработка куриных лап и голов органическими кислотами и пепсином приводит к разрыхлению структуры, что улучшает структурно-механические свойства сырья.

Исследование предельного напряжения сдвига

Предельное напряжение сдвига характеризует сопротивление фарша мясных композиций механическим

Рис. 2. Изменение ВСС фарша куриных голов в зависимости от продолжительности обработки

Fig. 2. Change in the moisture-binding capacity of minced chicken heads depending on the duration of processing

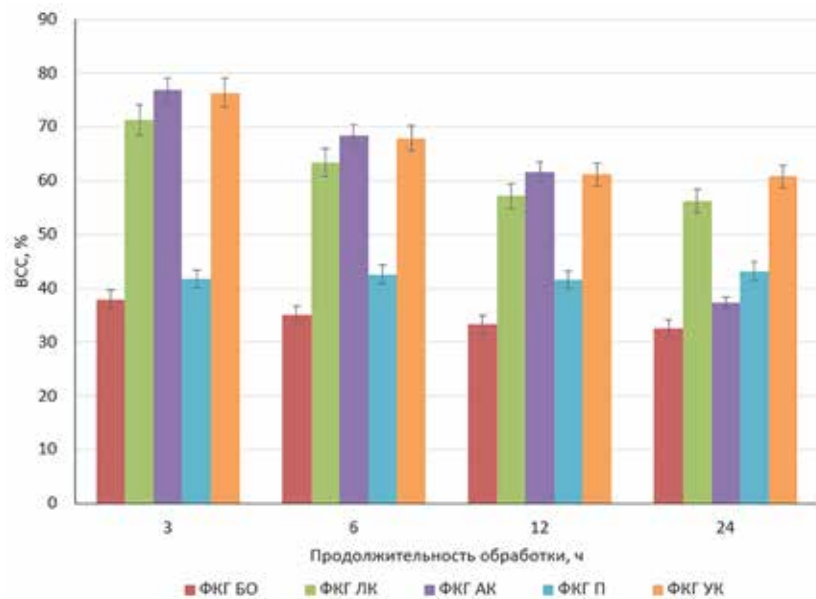
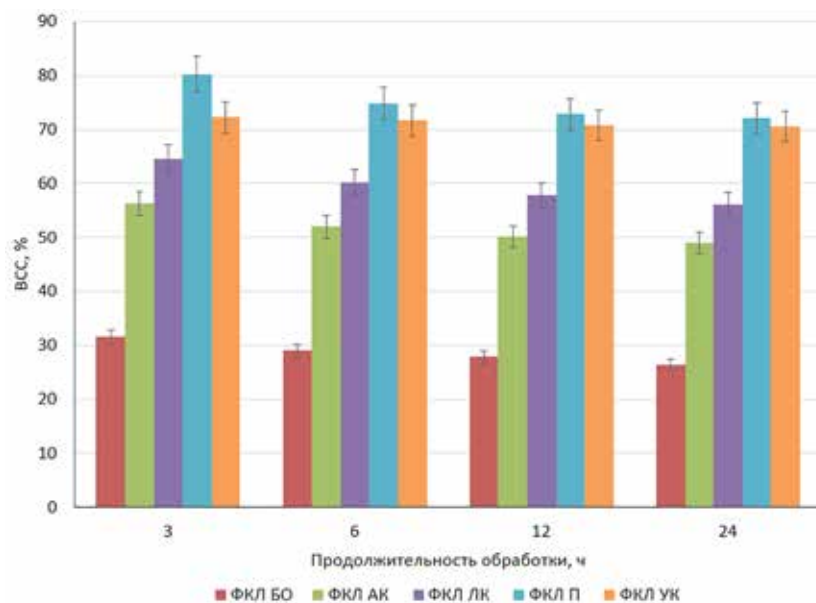


Рис. 3. Изменение ВСС фарша куриных лап в зависимости от продолжительности обработки

Fig. 3. Change in the moisture-binding capacity of minced chicken feet depending on the duration of processing

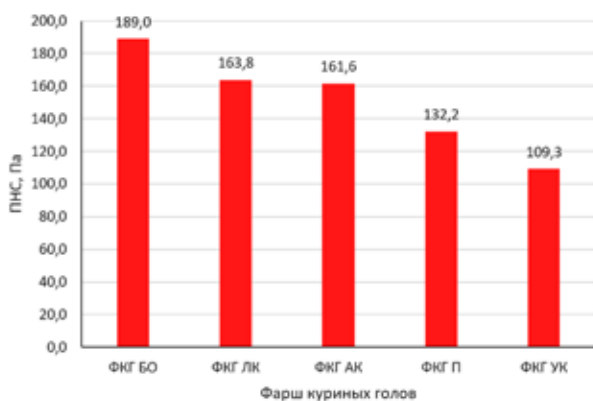


воздействиям, при котором наблюдается переход системы из состояния покоя в состояние медленного перемещения одного слоя относительно другого без заметного разрушения структуры [17, 18].

Обработка фарша куриных голов и лап различными реагентами значительно сказывается на изменении ПНС в сторону его уменьшения (рис. 4). Так, ПНС фарша куриных голов значительно снижается при обработке уксусной кислотой (до 109,3 Па) и пепсином (до 132,2 Па) в сравнении с фаршем без обработки (189,0 Па). Незначительное снижение ПНС наблюдается при обработке лимонной (до 163,8 Па) и аскорбиновой (до 161,6 Па) кислотами. Изменение показателя ПНС прежде всего зависит от воздействия кислотно-щелочных растворов

Рис. 4. Влияние способа обработки фарша куриных голов на изменение ПНС

Fig. 4. The influence of the method of processing minced chicken heads on the change of the yield value



и фермента пепсина на структурные, межмолекулярные связи фарша.

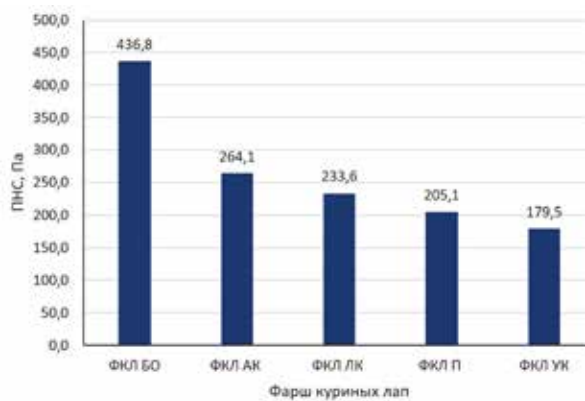
Значения ПНС фарша куриных лап намного выше показателей ПНС фарша куриных голов. Такая разница объясняется прежде всего составом и строением куриных лап. В куриных лапах преобладают хрящевые и соединительные ткани, что придает фаршу упругость, жесткость и эластичность. ПНС фарша куриных лап без обработки составило 436,8 Па. После обработки различными реагентами ПНС значительно снижается. Самое значительное снижение (до 179,5 Па) зафиксировано в фарше куриных лап после обработки уксусной кислотой. Обработка аскорбиновой и лимонной кислотами фарша куриных лап приводит к снижению ПНС до значений 264,1 Па и 233,6 Па соответственно. Ферментная обработка пепсином приводит к уменьшению показателя ПНС до 205,1 Па (рис. 5).

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

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

Рис. 5. Влияние способа обработки фарша куриных лап на изменение ПНС

Fig. 5. Influence of the method of processing minced chicken feet on the change of the yield value



Обработка вторичных продуктов птицеводства органическими кислотами способствует удалению из сырья неколлагеновых белков и разрыхлению структуры, что улучшает структурно-механические свойства сырья.

Выводы / Conclusion

Вторичные продукты птицеводства благодаря особенностям химического состава и физико-химических свойств являются потенциальными ингредиентами для мясных продуктов. Процессы тонкого измельчения и обработки фарша куриных голов и лап кислотнo-щелочными растворами обеспечивают оптимальные показатели химического состава, улучшают реологические свойства и влагосвязывающую способность. Данный способ переработки позволяет в перспективе использовать вторичное сырье птицеводства в качестве пищевой добавки в мясных изделиях.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках научно-технической программы BR10764970 «Разработка наукоемких технологий глубокой переработки с/х сырья в целях расширения ассортимента и выхода готовой продукции с единицы сырья, а также снижения доли отходов в производстве продукции» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021–2023 годы.

FUNDING

The materials were prepared as part of the scientific and technical program BR10764970 "Development of science-intensive technologies for deep processing of agricultural raw materials in order to expand the range and yield of finished products per unit of raw materials, as well as reduce the share of waste in production" of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021–2023.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Какимов А.К., Есимбеков Ж.С., Кабдылжар Б.К. Проблемы переработки продуктов птицеводства. Интеграция образования, науки и производства. *Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мелеуз, 2020.* 58–62.
2. Igenbayev A., Okusphanova E., Nurgazezova A., Rebezov Ya., Kassymov S. and at al. Fatty acid composition of female turkey muscles in Kazakhstan. *Journal of World's Poultry Research.* 2019. 9(2): 78–81. DOI: 10.36380/jwpr.2019.9
3. Фисинин В.И., Буяров В.С., Буяров А.В., Шуметов В.Г. Мясо-птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития. *Аграрная наука.* 2018; (2):30–38.
4. Yessimbekov Z., Kakimov A., Caporaso N., Suychinov A., Kabydylzhar B. and at al. Use of Meat-Bone Paste to Develop Calcium-Enriched Liver Pâté. *Foods.* 2021; 10(9): 2042.

REFERENCES

1. Kakimov A.K., Yessimbekov Zh.S., Kabydylzhar B.K. Problems of poultry products processing. Integration of education, science and production. *Collection of materials of the international scientific-practical conference. Meleuz, 2020.* 58–62.
2. Igenbayev A., Okusphanova E., Nurgazezova A., Rebezov Ya., Kassymov S. and at al. Fatty acid composition of female turkey muscles in Kazakhstan. *Journal of World's Poultry Research.* 2019. 9(2): 78–81. DOI: 10.36380/jwpr.2019.9
3. 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 Russian)
4. Yessimbekov Z., Kakimov A., Caporaso N., Suychinov A., Kabydylzhar B and at al. Use of Meat-Bone Paste to Develop Calcium-Enriched Liver Pâté. *Foods.* 2021; 10(9): 2042.

5. 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; 6(3): 210-218.
6. Овсеев В.Ю. Применение малоценных продуктов переработки птицы в производстве вареных колбас. 2021, 378-380.
7. Гуринович Г.В., Абдрахманов Р.Н. Изучение состава и свойств белкового сырья от переработки птицы. *Техника и технология пищевых производств*. 2011; 1(20): 22-26.
8. Исмаилова Д.Ю., Волик В.Г., Зиновьев С.В., Ерохина О.Н., Дерина Д.С. Характеристика коллагенсодержащего белка, полученного из вторичных продуктов переработки птицы новым способом кратковременной высокотемпературной обработки. *Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц*. 2017; 21-30.
9. Рахимова С.М., Туменова Г.Т. Обоснование применения малоценных продуктов переработки мяса в производстве пищевых продуктов. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010; 73(11): 63-65.
10. Dhakala D., Koomsap P, Lamichhanea A., Sadiqa M.B., Anala A.K. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres. *Food Bioscience*. 2018; 23: 23-30.
11. Mokrejš P., Gál R., Janáčková D., Plšková M., Zacharová M. Chicken paws by-products as an alternative source of proteins. *Oriental journal of chemistry*. 2017.
12. Mokrejš P., Mrázek P., Gál R., Pavlačková J. Biotechnological preparation of gelatines from chicken feet. *Polymers*. 2019; 11(6): 1060.
13. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М: *Колос*. 2001. 376 с.
14. Патент KZ28152 Республики Казахстан. Способ определения водосвязывающей способности пищевых продуктов. Б.Б. Кабулов, А.К. Какимов, Ж.С. Есимбеков, Н.К. Ибрагимов; опубл. 17.02.2014, бюл. № 2.
15. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Меренкова С.П. Оптимизация процесса получения белковых обогатителей из субпродуктов на основе микробной ферментации сырья. *Все о мясе*. 2022; 2: 14-17.
16. Ковтун Ю.А. Использование влагосвязывающей способности сывороточных белков полученных разными способами. *Научные труды университета по хранительной технологии*. 2015: LXI: 519-524.
17. Кирсанов Е.А. Предельные вязкости и предельное напряжение сдвига в течении структурированных систем. *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. 2009; 4(30): 16-25.
18. Kakimov A., Yessimbekov Z., Bepeyeva A., Kabulov B., Kakimova Z. Consistency cone penetrometry for food products. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2015; 14(11): 837-840.
5. 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; 6(3): 210-218.
6. Ovseev V.Yu. Application of low-value poultry processing products in the production of boiled sausages. 2021, 378-380. (In Russian)
7. Gurinovich G.V., Abdrakhmanov R.N. Study of the composition and properties of protein raw materials from poultry processing. *Technique and technology of food production*. 2011; 1(20): 22-26. (In Russian)
8. Ismailova D.Yu., Volik V.G., Zinoviev S.V., Erokhina O.N., Derina D.S. Characterization of collagen-containing protein obtained from secondary products of poultry processing by a new method of short-term high-temperature processing. *New in the technique and technology of processing poultry and eggs*. 2017; 21-30. (In Russian)
9. Rakhimova S.M., Tumenova G.T. Substantiation of the use of low-value meat processing products in food production. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2010; 73(11): 63-65. (In Russian)
10. Dhakala D., Koomsap P, Lamichhanea A., Sadiqa M.B., Anala A.K. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres. *Food Bioscience*. 2018; 23: 23-30.
11. Mokrejš P., Gál R., Janáčková D., Plšková M., Zacharová M. Chicken paws by-products as an alternative source of proteins. *Oriental journal of chemistry*. 2017.
12. Mokrejš P., Mrázek P., Gál R., Pavlačková J. Biotechnological preparation of gelatines from chicken feet. *Polymers*. 2019; 11(6): 1060.
13. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Methods for the study of meat and meat products. Moscow: *Kolos*. 2001. 376. (In Russian)
14. Patent KZ28152 The Republic of Kazakhstan. A method for determining the water-binding capacity of food products. B.B. Kabulov, A.K. Kakimov, Zh.S. Yesimbekov, N.K. Ibragimov; publ. 02/17/2014, bul. №2. (In Russian)
15. Zinina O.V., Rebezov M.B., Merenkova S.P. Optimization of the process of obtaining protein fortifiers from by-products based on microbial fermentation of raw materials. *Vsyo o myase*. 2022; 2: 14-17. (In Russian)
16. Kovtun Yu.A. Using the moisture-binding capacity of whey proteins obtained in various ways. *Scientific and Labor University for storage technology*. 2015, LXI:519-524. (In Russian)
17. Kirsanov E.A. Limiting viscosities and limiting shear stress in the flow of structured systems. *Liquid crystals and their practical use*. 2009; 4(30): 16-25. (In Russian)
18. Kakimov A., Yessimbekov Z., Bepeyeva A., Kabulov B., Kakimova Z. Consistency cone penetrometry for food products. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2015; 14(11): 837-840.

ОБ АВТОРАХ

Ануарбек Казисович Суйчинов,

PhD, директор,
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», ул. Байтурсынова 29, Семей, 071420, Республика Казахстан
<https://orcid.org/0000-0003-4862-3293>
E-mail: asuychinov@gmail.com

Жанибек Серикбекович Есимбеков,

PhD, руководитель проекта,
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», ул. Байтурсынова 29, Семей, 071420, Республика Казахстан
<https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>
E-mail: ezhanibek@mail.ru

Кабдылжар Бактыбала Кабылтайкызы,

PhD-докторант, научный сотрудник,
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», ул. Байтурсынова 29, Семей, 071420, Республика Казахстан
<https://orcid.org/0000-0001-7935-0182>
-mail: baktybala.20@mail.ru

Ботагоз Ержановна Сулейменова,

магистр, младший научный сотрудник,
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», ул. Байтурсынова 29, Семей, 071420, Республика Казахстан
E-mail: suleymenova_b96@mail.ru

Бахытгуль Кадырхановна Кобабаева,

младший научный сотрудник,
Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», ул. Байтурсынова 29, Семей, 071420, Республика Казахстан
E-mail: kbahyt_73@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS

Anuarbek Kazisovich Suychinov,

PhD, director,
Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). 29 Baitursynova str., Semey, 071420, Republic of Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0003-4862-3293>
E-mail: asuychinov@gmail.com

Zhanibek Serikbekovich Yessimbekov,

PhD, Project Manager,
Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). 29 Baitursynova str., Semey, 071420, Republic of Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>
E-mail: ezhanibek@mail.ru

Baktybala Kabyltaykyzy Kabylyzhar,

PhD-doctoral student, Researcher,
Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). 29 Baitursynova str., Semey, 071420, Republic of Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0001-7935-0182>
E-mail: baktybala.20@mail.ru

Botagoz Yerzhanovna Suleimenova,

master, junior researcher,
Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). 29 Baitursynova str., Semey, 071420, Republic of Kazakhstan
E-mail: suleymenova_b96@mail.ru

Bakhytgul Kadyrkhonovna Kobabayeva,

junior researcher,
Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Branch). 29 Baitursynova str., Semey, 071420, Republic of Kazakhstan
E-mail: kbahyt_73@mail.ru

ВИКТОР БУКСМАН: «БЛАГОДАРЕН СУДЬБЕ ЗА БОГАТЫЕ НА СОБЫТИЯ ГОДЫ»



22 июля исполнилось 70 лет Виктору Эммануиловичу Буксману, менеджеру по сбыту немецкой компании AMAZONE, почетному профессору КубГАУ, почетному доктору ДГТУ, кандидату технических наук. Накануне юбилея Виктор Эммануилович рассказал о своем становлении как инженера, знаковых событиях в жизни и семье.

«РАБОТАТЬ ПРИУЧИЛСЯ С ДЕТСТВА»

Виктор Эммануилович родился в большой семье, проживавшей в целинном совхозе «Воронежский» Курстанайской области Казахской ССР. Отец работал в совхозе шофером, затем завскладом запчастей при ЦРМ. Практически каждую осень садился за штурвал зерноуборочного комбайна. Надо было заработать и привезти домой ячменную солому для скота. А хозяйство было немалым: корова, бычок, телочка, свиньи, гуси, утки, куры. Шестерых детей родители рано приучили к работе. Чтобы заработать на велосипед, Виктор с братом Рейнгольдом с 6-го класса на каникулах работали на совхозном кирпичном заводе. Кроме того, сажали овощи, выращивали в поле картофель. Все это приучило много, регулярно и с охотой работать.

Еще дошкольником Виктор изучал с отцом и старшим братом чудо-технику: комбайн с лафетом впереди и без кабины. Уже с первого класса — помогал им ремонтировать перед уборкой комбайны СК-3 и СК-4.

«СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО — МОЕ ПРИЗВАНИЕ»

После школы началась учеба в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства по специальности «Инженер-механик сельхозпроизводства». С теплом юбиляр вспоминает сегодня своих преподавателей. Это в первую очередь научный руководитель — сначала дипломного проекта, а позже диссертации — профессор, доктор технических наук В.Н. Попов, известный в СССР специалист по дизельным двигателям. Вторым наставником в институте в далеком 1972 г. стал тогда молодой доцент В.В. Бледных. Он читал лекции по вычислительной технике и первым в Союзе написал учебник для студентов сельхозвузов «Вычислительная техника в сельском хозяйстве».

Работая руководителем экспорта в Россию фирмы AMAZONE, Виктор Эммануилович познакомился, по его словам, с лучшими специалистами России в области сельского хозяйства.

После окончания института была работа инженером-контролером, заведующим центральной ремонтной мастерской совхоза «Путь Ильича», главным инженером совхоза ордена Ленина «Федоровский», где молодой специалист познакомился с современной на тот период времени сельхозтехникой. Она была ненадежна, постоянно ломалась. С 1985 по 1992 г. В.Э. Буксману довелось самому разрабатывать и испытывать новые сельскохозяйственные машины. В 1990 г. он возглавлял работу по формированию научной программы

«Зерно 2000 Казахстана». За основу был взят трактор Т 1000 с колесно-гусеничным приводом.

Работы и связанных с нею переездов было много. По признанию Виктора Эммануиловича, он благодарен судьбе за знакомство с супругой, которая была согласна переезжать с мужем на новые места работы, заново обустраивать быт. Вместе они воспитали трех детей.

В 1992 г. семья Буксманов как российские немцы переехала на постоянное место жительства в Германию.

ПОД СЧАСТЛИВОЙ ЗВЕЗДОЙ AMAZONE

Вновь фортуна проявила свою благосклонность: В.Э. Буксман познакомился с фирмой AMAZONE и начал работать по своей специальности из Германии в России. С 2003 г. он — руководитель экспорта в Россию. Почти с нуля создавал систему сбыта во всех российских регионах.

Доктор Буксман объездил всю Россию: от Калининграда до Владивостока, от Вологды до Кавказа. Познакомился со многими замечательными специалистами сельского хозяйства. Увидел, какие разные в стране условия, природа, климат, — но везде есть успешные сельхозпредприятия. Многие из них стабильно работают, благодаря в том числе использованию высокопроизводительных, эффективных и надежных машин AMAZONE. Эти сельхозпредприятия производят продукты питания. Работа в такой важной отрасли, по словам юбиляра, очень радует и наполняет душу гордостью.

Во все годы работы доктор Буксман уделял большое внимание сотрудничеству с аграрными вузами и профессиональной прессой. По его инициативе на средства компании AMAZONE и ее дилеров были оборудованы и открыты в 22 аграрных университетах учебные классы и лаборатории. Они оснащены стендами, моделями и машинами AMAZONE. Это дает возможность квалифицированно обучать студентов работе на современных сельхозмашинах.

В.Э. Буксману есть чем гордиться: благодаря современным машинам AMAZONE, профессиональным дилерам, сотрудничеству с аграрными вузами и лучшими представителями аграрной прессы удалось значительно повысить эффективность работы сельского хозяйства России.

*М.Н. Скорик,
по материалам «Агропромышленной газеты
юга России»*

НОВОСТИ ИЗ ЦНСХБ

Обзор подготовлен Андреевой Е. В.

Бухвалов А. С. Повышение ресурса ходовой системы гусеничных машин: монография / А. С. Бухвалов, А. П. Быченин, О. С. Володько. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 156 с. Шифр ЦНСХБ 22-1192.

В монографии освещено современное состояние вопросов повышения ресурсов ходовой системы гусеничных машин. Рассмотрены вопросы долговечности; надежности, ресурса и отказов подшипников качения ходовых систем, причины потери ими работоспособности; условия эксплуатации, загрязнения смазочного материала твердыми абразивными частицами, несвоевременное проведение технического обслуживания, низкого качества монтажа и регулировки подшипников, применения несоответствующего смазочного материала. Отмечено, что ввиду высокой запыленности воздуха при выполнении сельскохозяйственных операций и неудовлетворительной герметичности опорных катков основным фактором, лимитирующим ресурс подшипников качения и торцевых уплотнений, выступает скорость абразивного изнашивания. Для повышения надежности подшипников качения сельскохозяйственной техники предложено совершенствование смазочных систем, разработка новых видов смазочных материалов и способа их подвода в зону трения. Практический интерес представляют смазочные материалы, содержание в своем составе поверхностно-активные вещества, которые повышают уровень насыщения контакта поверхностей трения и обладают высокими противоизносными и антифрикционными свойствами. Предложен состав пластичной рапсово-минеральной смазочной композиции. Приведена экспериментальная оценка использования предложенной смазочной композиции, даны рекомендации по обслуживанию гусеничных ходовых систем. Книга содержит 55 иллюстраций, 19 таблиц и библиографический список из 171 отечественных и иностранных источников. Монография рассчитана на научных работников, преподавателей, руководителей и специалистов сельского хозяйства, студентов вузов и техникумов агроинженерного профиля.

Бейлис В. М. Инновационная система машинно-технологического обеспечения фермерских хозяйств, селекционных и семеноводческих организаций: монография В. М. Бейлис, М. Н. Московский, А. В. Лавров. – М. : ФГБНУ "Росинформагротех", 2022. – 228 с. Шифр ЦНСХБ 22-1172.

В монографии изложены важные аспекты машинно-технологического обеспечения фермерских, селекционных хозяйств и предприятий первичного семеноводства. Предложена стратегия развития системы машин и перспективы машинного обеспечения фермерских хозяйств. Разработаны методические основы формирования системы типажей технических средств для фермерских, селекционных хозяйств и предприятий первичного семеноводства. Представлен фрагмент перспективного типажа техники, обеспечивающий выполнение прогрессивных технологических операций в фермерских хозяйствах и селекционных организациях. Показатели и параметры типажей технических средств отражают обязательные требования по обеспечению производительности, надежности, качества выполнения работ, безопасности окружающей среды и др. Инновационная составляющая монографии состоит в использовании новейших типов техники, значительно превосходящих по своим показателям и параметрам современных типажей технических средств. Совокупность разнородных групп типажей, реализующих прогрессивные технологии в фермерских хозяйствах и селекционных процессах будет определять развитие механизации сельскохозяйственного производства на дальнюю перспективу, а также ускорение появления новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Книга содержит 126 таблиц и библиографический список из 53 отечественных и зарубежных источников. Работа предназначена для специалистов НИИ и конструкторских организаций сельскохозяйственного профиля, а также работников Минсельхоза России, Минэкономразвития России, Минпромторга России.

Тропин В. В., Турчанинов О. С. Повышение качества электрической энергии в сельской электрической сети: монография / В. В. Тропин, О. С. Турчанин. – Уфа : Omega science, 2021. – 177 с. Шифр ЦНСХБ 22-1444.

В монографии исследованы вопросы повышения качества электрической энергии в сельских электрических сетях. Рассмотрена структура и анализ дополнительных потерь электроэнергии, вызванных реактивной мощностью и ее составляющими в сельской электрической сети. Рассмотрены технические средства компенсации реактивной мощности: конденсаторные установки, статические компенсирующие устройства. Проведен выбор мощности и числа секций регулируемой конденсаторной установки для сельских электрических сетей 0,4 кВ. Проведены измерения основных составляющих реактивной мощности и вызванных ими изменений напряжений сети. Определены основные показатели и параметры устройств компенсации реактивной мощности в сельских распределительных сетях для целей управления ими с достаточной точностью, задаваемой критерием качества напряжения или критерием необходимой величины потерь энергии. Даны рекомендации по выбору параметров демпфируемых силовых фильтров, очень востребованных для сельских сетей с нейтралью, перегруженных в настоящее время током нулевой последовательности третьей гармоники. Предложены рекомендации по использованию для опытных систем компенсации реактивной мощности сельских сетей 0,4 кВ простого датчика реактивного тока, а для серийного производства простых систем управления рекомендована схема датчика реактивного тока с возможностью микроэлектронного интегрального исполнения. Книга содержит 47 иллюстраций, 1 таблицу и список литературы из 92 отечественных и иностранных источников. Предназначена для работников научно-исследовательских, проектных и сетевых организаций, занимающихся вопросами качества электрической энергии в распределительных сетях, аспирантов и обучающихся электротехнических вузов.

Шаповалов Д. А. и др. Теория и практика дистанционного зондирования Земли для агропромышленного комплекса России: монография / Д. А. Шаповалов, П. В. Ключин, С. В. Савинова, П. П. Лепехин, Л. А. Ведешин, М. Р. Мусаев, А. А. Магомедова, З. М. Мусаева. – Москва, 2021. – 443 с. Шифр ЦНСХБ 22-1466.

Монография посвящена вопросам дистанционного зондирования Земли, что в соответствии с законом Российской Федерации является одним из основных направлений космической деятельности России. Рассмотрены вопросы структуры, динамики распределения и использования земель сельскохозяйственного назначения в России по формам собственности, вопросы вовлечения неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот. Представлены технические средства и технологии дистанционного зондирования Земли, особенности обработки аэрокосмических исследований, моделирование эрозии почв, оценка спектрально-отражательных признаков залежных земель и др. Описаны возможности и условия использования данных дистанционного зондирования Земли для точного земледелия: картографирование посевов с помощью БПЛА, задачи космического мониторинга, рассмотрение проекта цифрового сельского хозяйства. Рассмотрена технология автоматизированной классификации растительного покрова по космическим изображениям, современная оценка параметров состояния агроценозов по данным дистанционного зондирования, изменение антропогенной нагрузки на экосистемы региона. Оценена эффективность использования аэрокосмических снимков в различных почвенно-климатических зонах России. В конце книги представлен глоссарий. В монографии содержится 163 рисунка, 42 таблицы и список их 360 отечественных и иностранных источников. Монография рассчитана для бакалавров, студентов, магистров, аспирантов, преподавателей, ученых и специалистов в области землеустройства, кадастров и мониторинга земель, сельского хозяйства, экологии.

Технология содержания пчелиных семей в климатических условиях Удмуртской Республики : монография / С. Л. Воробьева, А. И. Любимов, Л. М. Колбина, С. И. Коконев; под научной редакцией С. Л. Воробьевой. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 260 с. Шифр ЦНСХБ 22-1422.

Монография посвящена разработке адаптивной технологии производства продукции пчеловодства с применением органических элементов технологии содержания пчелиных семей в условиях Республики Удмуртия. Приведены обзор литературных данных и результаты собственных исследований о современном состоянии пчеловодства в Удмуртии. Проанализировано влияние метеорологических условий на продуктивность пчелиных семей. Определена кормовая база и ее медовый потенциал. Проведен анализ породной принадлежности пчел. Изучено влияние возраста пчелиной матки и силы пчелиной семьи на продуктивность и жизненный цикл пчелиных семей. Проведен сравнительный анализ эффективности различных технологий размножения пчел, изучены хозяйственно-полезные показатели пчелиных семей при различных технологиях содержания в зимний период с использованием цеолита в качестве влагопоглотителя для улучшения микроклимата и снижения гибели пчел. Подробно исследованы различные заболевания пчелиных семей, причины их возникновения и необходимые лечебно-профилактические мероприятия. Разработано лекарственное средство на основе настоя чеснока в сочетании с йодом для профилактики аскофероза. Изучено влияние природного антиоксиданта дигидрокверцетина в составе подкормки на хозяйственно-полезные и биологические характеристики пчел. Определена экономическая эффективность проведенных исследований. Сформулированы предложения производству. Книга содержит 70 иллюстраций, 87 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 563 источников. Предназначена для научных работников, аспирантов, пчеловодов, зооветеринарных специалистов, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Черноградская Н. М. Эффективность применения сунтарского цеолита в птицеводстве Якутии : монография / Н. М. Черноградская, М. Ф. Григорьев, А. И. Григорьева. – Уфа, Аэтерна, 2021. – 94 с. Шифр ЦНСХБ 22-1673.

В монографии излагаются результаты исследований по возможности использования цеолитовых кормовых добавок в рационах сельскохозяйственной птицы. Представлены литературные данные об особенностях питания, пищеварения и обмена веществ у птиц, использовании сапропелей, цеолитов и бентонитов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Кратко описаны природно-климатические условия Якутии. Приведены результаты собственных исследований по использованию цеолита Хонгуринского месторождения Сунтарского района Якутии (хонгурин) в кормлении молодняка гусей и кур-несушек кросса Родонит-2. Изучено влияние хонгурина на динамику живой массы, переваримость и усвоение питательных веществ у гусят. Проанализированы гематологические и биохимические показатели крови гусят в возрасте 9 недель, проведены гистологические исследования внутренних органов (желудок, поджелудочная железа, печень, селезенка, сердце, легкие). В опытах по кормлению кур-несушек изучено влияние хонгурина на морфологические и биохимические параметры крови, яйценоскость, среднюю массу яйца, количество нестандартных яиц. Рассчитана экономическая эффективность использования кормовых добавок цеолита в рационах кур-несушек и гусят, даны рекомендации производству. Книга содержит 8 приложений, 6 иллюстраций, 14 таблиц и список использованной отечественной и иностранной литературы из 207 источников. Предназначена для работников НИИ, аспирантов, руководителей и специалистов птицеводческих хозяйств, преподавателей и студентов аграрных вузов.

Черноградская Н. М. Минерально-сорбционные добавки в рационах свиней, повышающие эффективность производства свинины в условиях Якутии : монография / Н. М. Черноградская, М. Ф. Григорьев,

А. И. Григорьева. – Уфа, Аэтерна, 2021. – 104 с. Шифр ЦНСХБ 22-1679.

В монографии изложены результаты исследований по изучению влияния местных нетрадиционных кормовых добавок на продуктивность и физиологические показатели свиней в условиях Якутии. Кратко описаны основы полноценного питания сельскохозяйственных животных и использование нетрадиционных кормовых добавок в животноводстве. Приведены особенности природно-климатических условий Якутии. И основные показатели животноводства. Исследовали возможность использования местных минеральных добавок (цеолита Хонгуринского месторождения и кемпендяйской соли) в рационах молодняка свиней и холостых свиноматок крупной белой породы. Изучено влияние добавок на переваримость и баланс питательных веществ (азот, кальций, фосфор) у свиней. Приведена питательная ценность среднесуточного рациона молодняка свиней и холостых свиноматок. Изучены морфологические и биохимические показатели крови, динамика среднесуточного прироста и живой массы у откормочного молодняка свиней и холостых свиноматок. Проанализированы убойные и мясо-сальные качества молодняка свиней. Рассчитана экономическая эффективность использования местных минеральных кормовых добавок в рационах свиноматок и откормочных подсвинок. Даны рекомендации производству по использованию хонгурина и кемпендяйской соли в рационах свиней. Книга содержит 15 приложений, 16 таблиц и список отечественной и иностранной литературы из 289 использованных источников. Предназначена для работников НИИ, специалистов животноводческих хозяйств, преподавателей и студентов аграрных вузов.

Чамурлиев Н. Г. Адаптационные особенности, молочная продуктивность и качество молока коз зааненской и англо-нубийской пород в условиях Нижнего Поволжья : монография / Н. Г. Чамурлиев, А. А. Зыкова, А. С. Шперов. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. – 96 с. Шифр ЦНСХБ 22-1717.

Монография посвящена изучению в сравнительном аспекте особенностей адаптационных и продуктивных качеств коз зааненской и англо-нубийской пород в эколого-климатических условиях Нижнего Поволжья. Представлен обзор литературных данных и результаты собственных исследований. Описано современное состояние и развитие молочного козоводства в мире и России. Приведены результаты исследований разных авторов по изучению адаптационных, экстерьерных и популяционно-генетических особенностей коз различных пород. Приведены данные о сравнительной оценке качества козьего и коровьего молока. Дана характеристика коз зааненской и англо-нубийской пород. Подробно описаны результаты собственных исследований. Дана краткая характеристика предприятия, где проводился научно-хозяйственный опыт. Описаны условия кормления и содержания козوماتок. Для оценки адаптационных особенностей изучали этолого-клинические показатели козوماتок: суточный ритм поведения при круглогодичном стойловом содержании, индексы пищевой, двигательной и общей активности лактирующих коз, физиологические показатели. Проведена сравнительная оценка экстерьерных особенностей, морфологического и биохимического состава крови, показателей естественной резистентности и молочной продуктивности козوماتок зааненской и англо-нубийской пород. Изучена динамика удоев по месяцам лактации, динамике среднесуточных и среднемесячных удоев, коэффициент постоянства лактации, качественные показатели молока (химический состав, физико-химические свойства, бактериальная загрязненность, количество соматических клеток) Уделено внимание сравнительной оценке аминокислотного состава молока коз исследуемых пород. Рассчитана экономическая эффективность производства молока при использовании коз зааненской и англо-нубийской пород в условиях Волгоградской области. Книга содержит 17 иллюстраций, 21 таблицу и список использованной отечественной и иностранной литературы из 187 источников. Предназначена для научных сотрудников, специалистов в области козоводства и животноводства, аспирантов, преподавателей и студентов профильных высших и средних учебных заведений.

Обзор подготовлен Андреевой Е. В.

Щитов С. В. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств: монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина, О. А. Кузнецова. – Благовещенск, издательство Дальневосточного государственного аграрного университета, 2020. – 143 с. Шифр ЦНСХБ 21-6999.

В монографии рассмотрены вопросы продольно-поперечной устойчивости и снижения техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств на полевых и транспортных работах. Отмечена актуальность этого вопроса для условий почвенного переувлажнения или поверхностного ранневесеннего оттаивания при наличии твердого подстилающего слоя в виде мерзлоты, характерных для природно-климатической зоны Амурской области. Одним из перспективных способов улучшения эффективности использования колесных мобильных энергетических средств является повышение тягово-сцепных свойств и снижение техногенного воздействия на почву за счет рационального использования сцепного веса мобильного энергетического средства и агрегируемых машин. Разработаны и внедрены в производство устройства по повышению продольно-поперечной устойчивости, на которые получены патенты РФ. Применение предложенных устройств дает возможность использования мобильных энергетических средств на почвах с углом поперечного склона до 18 град. Получены теоретические зависимости, подтверждающие, что использование прижимно-разгрузочного механизма, входящего в конструкцию стабилизатора, позволяет перераспределять сцепной вес между мостами мобильного энергетического средства, что снижает буксование, повышает величину тягового усилия и производительность сельскохозяйственного агрегата. Экспериментальные исследования показали, что при работе устройства происходит разгрузка заднего ведущего моста колесного трактора и увеличение веса, приходящегося на передний управляемый мост, что позволяет повысить поперечную устойчивость при транспортном положении агрегируемой машины во время выполнения технологических разворотов и переездов. При обратном движении штока гидроцилиндра происходит увеличение сцепного веса мобильного энергетического средства. Установлено снижение плотности почвы, повышение производительности и снижение расхода топлива после прохода мобильного энергетического средства с прижимно-разгрузочным механизмом по сравнению с серийным. Разработаны обоснованные рекомендации АПК по использованию полученных научных результатов, обозначены для направления применения устройств, предложенных в патентах. Книга содержит 63 иллюстрации, 9 таблиц и библиографический список из 170 отечественных и иностранных источников. Предназначена для работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, специалистов агропромышленного комплекса, бакалавров, магистров и аспирантов, занимающихся вопросами использования мобильных энергетических средств.

Ринас Н. А. Совершенствование технологии комплексной уборки озимой пшеницы с одновременным прессованием соломы: монография / Н. А. Ринас, Г. Г. Маслов, Е. И. Трубилин. – Изд-во КубГАУ. – Краснодар, 2021. – 153 с. Шифр ЦНСХБ 22-1929.

Для устранения недостатков применяемых технологий уборки урожая зерновых колосовых культур по уплотнению почвы потерям зерна, нарушению поточности и ритмичности процессов и комплексности работ предложена новая технология на базе многофункционального агрегата, совмещающего операции сбора зерна с одновременным прессованием соломы, обеспечивающего непрерывность процесса, повышение производительности труда в 3,4 раза и снижение затрат. Предложен состав многофункционального агрегата, состоящего из полноприводного самоходного зерноуборочного комбайна TORUM-740, прицепного к нему пресс-подборщика соломы ПФР-180 с механизмом привода и специально разработанную сцепку.

Зерноуборочный комбайн TORUM-740 имеет оригинальное молотильно-сепарирующее устройство, не имеющее мировых аналогов, в 10 раз снижающее дробление зерна по сравнению с бильным молотильно-сепарирующим устройством. Обоснованы оптимальные параметры и режимы работы предлагаемого многофункционального агрегата. Представлена программа, методика и результаты экспериментальных исследований рабочего процесса многофункционального агрегата. Установлено соответствие его агротехническим, эксплуатационным и экономическим требованиям. Установлены зависимости тягового сопротивления пресс-подборщика от скорости движения, эффективной мощности двигателя агрегата и его составляющих, мощности на привод пресс-подборщика, зависимости балансовой стоимости комбайна TORUM-740 и пресс-подборщика от пропускной способности. В методике инженерного расчета определены составляющие мощностного баланса двигателя. Оценена экономическая эффективность разработанного агрегата. Книга содержит 54 иллюстрации, 23 таблицы и список из 146 источников отечественной литературы. Предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов и специалистов АПК.

Иванов Н. М. Технологии и техника для послеуборочной обработки зерна и семян: монография / Н. М. Иванов, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов. – СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2021. – 277 с. Шифр ЦНСХБ 22-2623-Б.

В монографии рассмотрено современное состояние послеуборочной обработки зерна и семян, представлены машины для выполнения данных операции как отечественного, так и импортного производства. Приведено подробное описание машин, которые установлены в технологических линиях мехтоков Сибирского федерального округа, в том числе и по машинам зарубежного производства (Германия, Франция, Беларусь). По новым машинам проводятся пояснения, касающиеся технического устройства, настройки и эксплуатации. Предпринята попытка систематизировать используемую терминологию и при описании технологических операций приводится их различие. Рассмотрены технологические схемы работы машин, даны их технические характеристики и отличительные особенности. Проведено теоретическое исследование объектов для послеуборочной обработки зерна как типовых агрегатов, так и модернизированных. Представлены зарубежные семяочистительные комплексы. Приведены подробные описания спроектированных зерноочистительных агрегатов и зерно-семяочистительных сушильных комплексов. Раскрыты вопросы применения модульных технологий послеуборочной обработки зерна и семян, в том числе и на основе центробежно-решетных сепараторов. Рассмотрены организационные и технические предпосылки внедрения современных комплексов по послеуборочной обработке зерна. Достаточно подробно описаны условия работы комплексов и агрегатов. Материал книги основан на опыте разработок, проектирования и внедрения инновационных высокоэффективных технологий послеуборочной обработки зерна и семян с использованием машин отечественного и зарубежного производства. Проводится аналитическое исследование качества имеющегося в хозяйствах материала, ведется разработка и проводятся испытания новых зерноочистительных машин и мобильных зерноочистительных агрегатов. При описании машин отбирались их наиболее существенные характеристики, позволяющие определить их назначение, принцип действия, устройство и эксплуатационные параметры. Представлена методика оценки эффективности инвестиций в зерноочистительно-сушильные комплексы, приведены примеры расчета. Книга содержит 213 рисунков, 65 таблиц и библиографический список из 210 наименований источников зарубежной и отечественной литературы. Книга предназначена для специалистов хозяйств, машинистов токов, научных работников, студентов факультетов механизации сельскохозяйственных вузов.

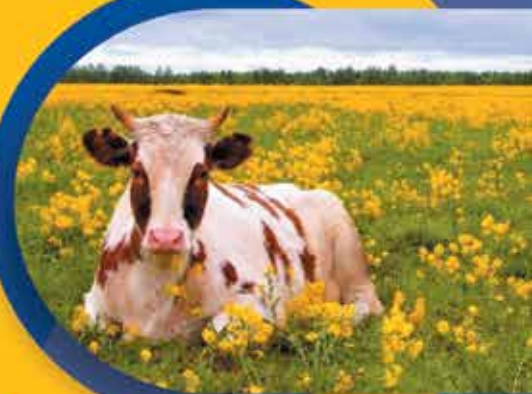
ПРОБИОТИК «PRIMALAC»

ЭФФЕКТИВЕН ПОСЛЕ ВАКЦИНАЦИИ

БЫСТРО ВОССТАНАВЛИВАЕТ ПОСЛЕ АНТИБИОТИКОВ

ДЛЯ БРОЙЛЕРОВ И НЕСУШЕК

- увеличение яйценоскости несушек
- быстрый набор массы бройлеров
- формирование здоровой микрофлоры кишечника
- снижение стрессов после вакцинации
- ускорение процессов адаптации



ДЛЯ МОЛОЧНЫХ КОРОВ И ТЕЛЯТ

- повышение молочной продуктивности
- восстановление полезной микрофлоры
- повышение биодоступности элементов корма
- стимуляция рубцового пищеварения и профилактика атоний, дистоний

ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ СВИНЕЙ И ПОРОСЯТ

- увеличение прироста живой массы
- повышение сохранности поросят
 - сокращение сроков откорма
- повышение мясных и откормочных качеств
- улучшение процессов пищеварения и обмена веществ
- быстро способствует развитию микрофлоры после антибиотиков



+7 (495) 104-69-00; +7 (926) 533-22-66

www.primalac.pro

PRO
БИОКОРМА



PrimaLac

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.



Мощный фунгицид для защиты яблони



Чистые яблоки — легко!

 **Миравис**[®]
Технология АДЕПИДИН[®]

syngenta.

Агроподдержка
Сингенты

Получите совет эксперта



syngenta.ru

