

научно-теоретический и производственный журнал

АГРАРНАЯ НАУКА

AGRARIAN
SCIENCE

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

4
2021



Главные события

На международном конгрессе ветеринарные специалисты повысили свою квалификацию

6

Наука

Долголетие коров повышает рентабельность молочного стада

30

Селекция

Новый отечественный кросс готов занять шестую часть рынка племенной птицы

32

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».

Учредитель:

Общество с ограниченной ответственностью «ВИК — здоровье животных».
140050, Московская область, городской округ Люберцы, дачный поселок Красково,
Егорьевское ш., д.3А, оф. 34

Главный редактор:

Виолин Борис Викторович — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник
Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии РАН.

Редколлегия:

Аббасов А.И. — доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста, Москва, Россия.

Баймуханов Д.А. — доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела технологии молочного скотоводства ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», чл.-корр. Национальной академии наук, Алматы, Казахстан.

Баутин В.М. — доктор экономических наук, профессор, президент РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, академик РАН, Москва, Россия.

Бунин М.С. — доктор с.-х. наук, директор ФГБНУ ЦНСХБ, Москва, Россия.

Гордеев А.В. — доктор экономических наук, академик РАН, Россия.

Гричанов И.Я. — доктор биологических наук, руководитель лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений РАСХН, Россия.

Гусак В.Г. — доктор экономических наук, академик Национальной академии наук, Минск, Беларусь.
Джалилов Ф.С. — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия.

Дидманидзе О.Н. — чл.-корр. РАН, доктор технических наук, директор Института непрерывного профессионального образования «Высшая школа управления АПК» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Россия.

Долженко Т.В. — доктор биологических наук, доцент СПбГАУ, Санкт-Петербург, Россия.

Йозеф Зайц — доктор ветеринарных наук, специалист по размножению животных, Чешская Республика.

Зейналов А.С. — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ ВСТИСП, Москва, Россия.

Иванов Ю.Г. — доктор технических наук, заведующий кафедрой автоматизации и механизации животноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия.

Игнатов А.Н. — доктор биологических наук, профессор Агроботехнологического департамента Российского университета дружбы народов, Москва, Россия.

Карынбаев А.К. — доктор с.-х. наук, академик РАЕН, профессор кафедры биологии, Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

Коцюмбас И.Я. — доктор ветеринарных наук, академик Национальной академии аграрных наук Украины.

Насиев Б.Н. — доктор с.-х. наук, чл.-корр. НАН Республики Казахстан, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Уральск, Казахстан.

Некрасов Р.В. — главный научный сотрудник, заведующий отделом кормления с. х животных, д. с.-х. н., профессор РАН.

Огарков А.П. — доктор экономических наук, чл.-корр. РАН, РАЕН, Россия.

Омбаев А.М. — доктор с.-х. наук, профессор, чл.-корр. НАН, Казахстан.

Панин А. Н. — доктор ветеринарных наук, академик РАН, Россия.

Ребезов М.Б. — доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление технологическими инновациями и ветеринарной деятельностью» ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», Москва, Россия.

Уша Б.В. — доктор ветеринарных наук, академик РАН, Директор института кафедры Ветеринарная медицина, ФГБОУ ВО «МГУП», Москва, Россия.

Ушклов В.А. — доктор ветеринарных наук, чл.-корр. Национальной академии аграрных наук, Украина.

Фисинин В.И. — доктор с.-х. наук, академик РАН, Научный руководитель ФНЦ «ВНИТИП» РАН, Москва, Россия.

Херремов Ш.Р. — доктор с.-х. наук, профессор РАЕ, академик РАЕН, Туркменистан.

Юлдашбаев Ю.А. — доктор с.-х. наук, академик РАН, декан факультета зоотехнии и биологии, профессор кафедры частной зоотехнии, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия.

Юсупов С.Ю. — доктор с.-х. наук, профессор, Самаркандский сельскохозяйственный институт, Самарканд, Узбекистан.

Ятусевич А.И. — доктор ветеринарных наук, академик РАН, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины, Витебск, Беларусь.

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.

4 · 2021

Agrarnaya nauka

Том 348, номер 4, 2021

Volume 348, number 4, 2021

ISSN 0869-8155 (print)

ISSN 2686-701X (online)

© журнал «Аграрная наука»

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Издатель: Автономная некоммерческая организация «Редакция журнала «Аграрная наука»

Редактор: Любимова Е.Н.

Научный редактор: Тареева М.М., кандидат с.-х. наук, Москва, Россия

Выпускающий редактор: Шляхова Г.И.

Дизайн и верстка: Полякова Н.О.

Журналист: Седова Ю., Ельников В., Шушлина А.

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

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

Контактные телефоны: +7 (495) 777-67-67 (доб. 1471)

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Сайт: www.agrarianscience.org

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 27.04.2021

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

4 · 2021

Agrarnaya nauka

Том 348, номер 4, 2021
Volume 348, number 4, 2021

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

© journal «Agrarian science»

DOI журнала 10.32634/0869-8155

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

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

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

Publisher: Autonomous non-commercial organisation «Agrarian science» edition»

Editor: E. Liubimova

Scientific editor: Tareeva M.M., Ph.D. Sciences, Moscow, Russia

Executive editor: Shliakhova G.I.

Design and layout: Poliakova N.O.

Journalists: Sedova Yulia, Elnikov Vladimir

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

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

Contact phone: +7 (495) 777-67-67 (ext. 1471)

E-mail: agrovetpress@inbox.ru

Website: www.agrarianscience.org

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 27/04/2021

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".

Founder:

Limited liability company "VIC Animal Health".

140050, Yegoryevskoye shosse, 3A, Kraskovo, Lyubertsy district, Moscow region

Editor-in-chief:

Violin Boris Victorovich — director of veterinary pharmacology and toxicology year of State university of applied biotechnology, associate professor, candidate of veterinary science

Редколлегия:

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

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

Bunin M.S. — Director of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Central Scientific Agricultural Library, Doctor of Agricultural Sciences, Russia.

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

Grihanov I.Ya. — Doctor of Biological Sciences, Head of Phytosanitary Diagnostics and Forecasting Laboratory at All-Russian Research Institute of Plant Protection of RAAS, Russia.

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

Jaillov F.S. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia.

Didmanidze O.N. — Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Plant Protection at the Russian State Autonomous Agricultural University named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia.

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

Herremov Sh.R. — Doctor of Agricultural Sciences, academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Turkmenistan.

Ivanov Yu.G. — Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Automation and Mechanisation of Livestock at the Russian State Autonomous Agricultural University named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia.

Ignatov A.N. — Doctor of Biological Sciences, Professor at the Agrobiotechnology Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia.

Karynbaev A.K. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Biology, Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Kazakhstan.

Kotsymbas I.Ya. — Doctor of Veterinary Sciences, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

Nasiev B.N. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhanqir Khan, Uralsk, Corresponding member of National Academy of Sciences, Kazakhstan.

Nekrasov R.V. — Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, FSBI Federal Research Center VIZH named after L.K. Ernst, Moscow, Russia.

Ogarkov A.P. — Doctor of Economics, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences RANS, Russia.

Ombaev A.M. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding member of National Academy of Sciences, Kazakhstan.

Panin A.N. — Doctor of Veterinary Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Rebezov M.B. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department "Management of Technological Innovations and Veterinary Activities" FSBEI DPO "Russian Academy of Personnel Support of the Agro-Industrial Complex", Moscow, Russia.

Usha B.V. — Doctor of Veterinary Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of the Department of Veterinary Medicine, FSBEI of HE "MGUPP", Moscow, Russia.

Ushkalov V.A. — Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding member of National Academy of Agricultural Sciences, Ukraine.

Fisinin V.I. — Doctor of Agricultural Sciences, academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor, Federal Scientific Center "VNITIP" RAS, Moscow, Russia.

Yuldashbaev Yu.A. — Doctor of Agricultural Sciences, Academician RAS, Dean of the Faculty of Zootechnics and Biology, Professor at the Department of Private Zootechnics, the Russian State Autonomous Agricultural University named after K. A. Timiryazev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Yusupov S.Yu. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Samarkand Agricultural Institute, Samarkand, Uzbekistan.

Yatusevich A.I. — Doctor of Veterinary Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus.

Zeynalov A.S. — Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, FSBSI VSTISP, Moscow, Russia.

Zajic J. — MVDr., Ph.D., Doctor of Veterinary Science, Animal Breeding Specialist Czech Republic/

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.

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ	5
ГЛАВНЫЕ СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ	
На международном конгрессе ветеринарные специалисты повысили свою квалификацию	6
ВЕТЕРИНАРНАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ	
Петрова Ю.В., Луговая И.С., Малыгин Е.Н. Применение «Продактив Ацид SE» в мясном цесарководстве	8
Систематическая и безопасная вакцинация крупного рогатого скота — современный путь к экономическому процветанию хозяйства	11
Прохорова Т.М., Попова Э.В., Гуркина О.А., Смутнев П.В., Рубанова М.Е. Гепатопротекторное действие Оксиметилурацила при экспериментальном токсическом гепатите	17
ЭПИЗООТОЛОГИЯ	
Субботина И.А., Громов И.Н., Куприянов И.И. Патоморфология спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 у котят породы мейн-кун	21
Мухин А.Н., Южаков А.Г., Селезнева Е.В., Дроздова Е.И., Верховский О.А., Алипер Т.И. Вспышка заболевания, вызванная вирусом геморрагической болезни кроликов 2-го генотипа на территории РФ	25
РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА	
Применение и использование современных методов анализа в животноводстве	28
Долголетие коров повышает рентабельность молочного стада	30
Новый отечественный кросс готов занять шестую часть рынка племенной птицы	32
КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМЛЕНИЕ С/Х ЖИВОТНЫХ	
Корм «Танрем»: энергетический бонус для молочных коров	34
Крюков В.С., Зиновьев С.В., Некрасов Р.В., Глебова И.В., Галецкий В.Б. Полиферментные препараты в кормлении моногастричных животных	35
Лашкова Т.Б., Петрова Г.В., Жукова М.Ю. Влияние гепатопротектора ZIGBIR® на организм стельных сухостойных коров	44
Мамедова З.Д. Оценка ценопопуляций ценного кормового растения <i>Vicia crocea</i> (Desf.) Fritsch на Южном Кавказе (Азербайджанская Республика)	48
Никитин А.В., Галюев А.Ч., Негреева А.Н., Завьялова В.Г., Галюева Т.Н. Использование биогенных стимуляторов роста для повышения экономической эффективности производства мяса индейки	53
Российские ученые проводят исследования нового прибора для профилактического облучения сельскохозяйственных животных	56
РАСТЕНИЕВОДСТВО	
Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В. Влияние технологических приемов на продуктивность конопли посевной в условиях лесостепи Среднего Поволжья	60
Шалыгина А.А., Тедеева А.А. Влияние регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы	64
Игнатьев С.А., Регидин А.А., Кравченко Н.С. Урожайность и параметры экологической адаптивности образцов люцерны в условиях Юга России	68
Чабанная Л.П. Влияние температурного фактора на фенологические ритмы роста и развития клематиса	72
Кадоркина В.Ф., Шевцова М.С. Оценка биотипов ломкоколосника ситникового (<i>Psathyrostachys juncea</i> (Fisch)) при многоукосном использовании	75
Сухопалова Т.П. Засоренность посевов льна-долгунца в севооборотах с короткой ротацией	79
Деларо®: зерновые культуры под надежной защитой	83
ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	
Антонов С.А., Перегудов С.В. Анализ противодефляционной эффективности ползащитных лесных насаждений в засушливой зоне Ставропольского края	85
ОВОЩЕВОДСТВО	
Налбандян А.А., Хуссейн А.С., Федюлова Т.П., Руденко Т.С., Михеева Н.Р., Селиванова Г.А. Изучение гена кислой хитиназы SE2 в генотипах сахарной свеклы	88
Шелихова Е.В., Масленникова В.С., Цветкова В.П., Калмыкова Г.В., Дубовский И.М. Улучшение фитосанитарного состояния и продуктивности картофеля под действием перспективных штаммов бактерий рода <i>Bacillus</i>	91
МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
«Два в одном» от AMAZON: новые возможности с XTender	97
Российскому агропромышленному комплексу необходимы космические технологии и робототехнические системы	99
Хашиев А.Б., Бабаков В.П.	100
Alichan B. Hashiev, Vladimir P. Babakov	100
Комплексный подход в сельскохозяйственном освоении земель Забайкальского края	100
Integrated approach in the agricultural development of the Zabaykalsky Region	100
Здоровое питание вместе с CLAAS	104

CONTENTS

NEWS

5

MAIN EVENTS OF THE INDUSTRY

Veterinary specialists improved their qualifications at the international congress	6
Petrova Yu.V., Lugovaya I.S., Malykhin E.N. Application of "Productive Acid SE" in meat guinea fowl breeding	8
Systematic and safe vaccination of cattle is a modern way to economic prosperity of the farm	11

VETERINARY PHARMACOLOGY

Prokhorova T.M., Popova E.V., Gurkina O.A., Smutnev P.V., Rubanova M.E. Hepatoprotective effect of oxymethyluracil in experimental toxic hepatitis	17
--	----

EPIZOOTOLOGY

Subotsina I.A., Gromov I.N., Kupryanov I.I. Pathomorphology of spontaneous coronaviral infection with SARS-CoV-2 in main coon kittens	21
MMukhin A.N., Yuzhakov A.G., Selezneva E.V., Drozdova E. I., Verkhovsky O.A., Aliper T.I. Outbreak of the disease caused by the rabbit hemorrhagic disease virus 2 in the Russian Federation	25

BREEDING, GENETICS

Application and use of modern analytical methods in animal husbandry	28
The cows longevity increases the profitability of the dairy herd	30
The new Russian cross is ready to occupy the sixth part of the breeding poultry market	32

FORAGE PRODUCTION, FEEDING OF AGRICULTURAL ANIMALS

Fodder "Tanrem": energy bonus for dairy cows	34
Kryukov V.S., Zinoviev S.V., Nekrasov R.V., Glebova I.V., Galetsky V.B. Polyzyme preparations in feeding of monogastric animals	35
Lashkova T.B., Petrova G.V., Zhukova M.Yu. The effect of the ZIGBIR® hepatoprotector on the body of pregnant dry cows	44
Mammadova Z.D. Evaluation of the cenopopulations of the valuable forage plant vicia crocea (desf.) fritsch in the South Caucasus (Azerbaijan Republic)	48
Nikitin A.V., Gagloyev A.Ch., Negreeva A.N., Zavyalova V.G., Gagloeva T.N. It is economically profitable to grow turkeys with the addition of 0.02 g/kg succinic acid to the diet	53
Russian scientists are researching a new device for prophylactic irradiation of farm animals	56

PLANT GROWING

Bakulova I. V. Influence of technologi-cal techniques on the productivity of hemp in the conditions of the foreststeppe of the Middle Volga region	60
Shalygina A.A. Tedeeva A.A. Influence of growth regulators on crop structure winter wheat	64
Ignatiev S.A., Regidin A.A., Kravchenko N.S. Productivity and parameters of ecological adaptability of alfalfa samples in the south of Russia	68
Chebannaya L. P. Influence of the temperature factor on the phenological rhythms of clematis growth and development	72
Kadorkina V.F., Shevtsova M.S. Assessment of biotypes of the sitnikov slab (Psathyrostachys juncea (Fisch)) with multislope use	75
Sukhopalova N.P. Weedness sowing of faber flax in crop rotation with short rotation	79
Delaro®: crops under reliable protection	83

GENERAL AGRICULTURE

Antonov S.A., Peregydov S.V. Analysis of anti-deflationary effectiveness of field-protective forest plantations in the arid zone of the Stavropol Territory	85
---	----

VEGETABLE PRODUCTION

Nalbandyan A.A., Hussein A.S., Fedulova T.P., Rudenko T.S., Mikheeva N.R., Selivanova G.A. Studying of the acid chitinase SE2 gene in sugar beet genotypes	88
Shelikhova E.V., Maslennikova V.S., Tsvetkova V.P., Kalmykova G.V., Dubrovsky I.M. Improvement of the phytosanitary condition and productivity of potatoes under the influence of promising strains of bacteria of the genus Bacillus	91

AGRICULTURAL MECHANIZATION

Two in one from AMAZONE: new opportunities with XTender	97
Russian agro-industrial complex needs space technologies and robotic systems	99
Hashiev A.B., Babakov V.P. Integrated approach in the agricultural development of the Zabaykalsky Region	100
Healthy nutrition with CLAAS	104

УРАЛЬСКИЕ УЧЕНЫЕ РЕАЛИЗУЮТ ПРОЕКТ ПО ГЕНОМНОМУ РЕДАКТИРОВАНИЮ КРС



Ученые Урала реализуют проект по геномному редактированию сельскохозяйственных животных. Исследования по разработке технологии редактирования генома крупного рогатого скота проводятся под руководством вице-президента РАН Ирины Донник по гранту РНФ в УрФАНИЦ УрО РАН совместно с Центром высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины Института биологии гена РАН.

Целью проекта является создание генетически модифицированного КРС с врожденным иммунитетом к лейкозу и комолостью (безрогостью). При этом молоко таких коров, как отмечают ученые, смогут пить даже аллергики.

Идея проекта – в объединении разработок по *in vitro* оплодотворению, культивированию, трансплантации эмбрионов с опытом молекулярной биологии, геной инженерии и геной терапии для создания КРС с улучшенными хозяйственными свойствами. Причем не за 7–10 поколений, а гораздо быстрее – путем прямого внесения небольших изменений в геном существующей высокопродуктивной породы коров.

Работа по редактированию генома ведется с тремя участками ДНК. Изменение первого участка, отвечающего за рецептор к вирусу лейкоза, позволит исследователям получить особь, невосприимчивую к заболеванию, защита от которого имеет огромное значение для качества производимой продукции и экономической эффективности организаций. Второй участок отвечает за образование белка бета-лактоглобулина – одного из самых сильных аллергенов коровьего молока. Корова с заблокированным геном не сможет синтезировать данный белок, – следовательно, его не будет и в молоке, которое станет пригодным для употребления в пищу людям с аллергией. Третий участок, отвечающий за комолость, изначально был взят для отработки технологии внесения нужной последовательности в ДНК КРС, однако получил важное практическое значение. Дело в том, что рога приносят на фермах к травматизму, и для его снижения их приходится удалять телятам в раннем возрасте. А благодаря разработкам проекта, отмечают ученые, можно будет относительно быстро добавить такое полезное свойство как комолость в существующие генетические настройки высокопродуктивной коровы.

В ФГБУ «ВГНКИ» СОСТОЯЛОСЬ ОБСУЖДЕНИЕ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИСТРАЦИОННЫХ ДОСЬЕ НА КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ

Ведущие эксперты и представители отрасли обсудили актуальные вопросы формирования регистрационных досье на кормовые добавки в рамках круглого стола, прошедшего во Всероссийском государственном Центре качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ») 28 апреля. В круглом столе принял участие исполнительный директор Национального кормового союза Сергей Михнюк.



Мероприятие стало своеобразной вехой на пути выстраивания эффективного диалога с представителями бизнес-структур, формирующими рынок кормов и кормовых добавок, единодушно признали участники встречи.

Директор ФГБУ «ВГНКИ» Леонид Киш в своем выступлении отметил, что круглый стол организован по инициативе Национального кормового союза, в адрес которого поступает довольно много запросов с просьбами разъяснить различные процедуры при регистрации кормовых добавок.

Детализированные рекомендации для заинтересованных представителей отрасли в ходе мероприятия представила заместитель начальника службы экспертизы лекарственных средств, кормовых добавок и фармаконадзора ВГНКИ Оксана Точиева. Эксперт подробно описала этапы подготовки регистрационного досье, обратив внимание на основные ошибки при его составлении. Участники обсудили ряд вопросов технического характера, большая часть которых касалась процедуры проведения регистрационных исследований. Леонид Киш акцентировал внимание на необходимости активного участия в обсуждении законопроекта «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О ветеринарии» в части государственной регистрации кормовых добавок» на стадии его рассмотрения. Завершая встречу, руководитель ВГНКИ подтвердил готовность к открытому диалогу с деловыми кругами и призвал направлять вопросы как напрямую в учреждение, так и через Национальный кормовой союз.

НА СТАВРОПОЛЬЕ СТАРТОВАЛИ ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ С НОВЫМИ СОРТАМИ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Минсельхоз России поставил перед российскими селекционерами задачу – вывести новые отечественные сорта, которые смогли бы полностью заменить импортные. Однако просто вывести новую селекцию – недостаточное, по мнению экспертов, условие для появления спроса аграриев на данный сорт. Необходимы эксперименты в реальных условиях, чтобы убедиться в товарных качествах овоща. Поэтому, по поручению и.о. министра сельского хозяйства Ставропольского края Владимира Ситникова, опыты с картофелем, вышедшим из лабораторий российских селекционеров, начали на Ставрополье.

В мировом производстве сельхозпродукции картофель занимает устойчивое четвертое место, уступая лишь пшенице, кукурузе и рису, отметил и.о. министра. В ходе весенних полевых работ под урожай–2021 в СХП и К(Ф)Х региона под картофель отведено порядка 5,4 тыс. га, что составляет 50% всей площади сева овощных культур открытого грунта. В числе сортов, с высадкой которых экспериментируют фермеры Ставрополья, – «Вымпел», «Метелор», «Фаворит», «Фрителла». Опыты проводит главный специалист-консультант ГКУ «Ставропольский СИКЦ» Александр Голота. Под его руководством на 14 делянках (с юга на север для равномерного освещения) в гребни высажено по 15 кг протравленных семян каждого сорта, с внесением стартовой дозы удобрений. Все этапы выращивания картофеля контролируют опытные специалисты. «Наша главная цель – популяризировать отечественный семенной картофель, увеличить объемы производства российских сортов с хорошими товарными показателями и устойчивостью к болезням», – отметил Александр Голота.



НА МЕЖДУНАРОДНОМ КОНГРЕССЕ ВЕТЕРИНАРНЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ПОВЫСИЛИ СВОЮ КВАЛИФИКАЦИЮ

С передовыми достижениями ветеринарной науки, а также с практическими наработками ветеринарных служб ведущих аграрных предприятий смогли ознакомиться участники Юбилейного X Международного ветеринарного конгресса. На этот раз организаторы мероприятия представили все направления животноводческой отрасли, которые имеют отношение к здоровью сельскохозяйственных животных – ветеринария, зоотехния, кормление, биофармация, биотехнология. Именно такой командный подход в современных условиях обеспечивает получение наилучших результатов в промышленном животноводстве.

Насыщенная научно-практическая программа конгресса, которая включила в себя 110 докладов ведущих, в том числе зарубежных ученых и специалистов, привлекла к участию более тысячи человек. Среди них — руководители агрохолдингов, крупных сельхозпредприятий, ветеринарные врачи, производители ветеринарных препаратов, кормовых добавок и кормов, а также представители государственной ветеринарной службы. Значимость мероприятия подчеркивается участием в нем представителей Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Всемирной организации здоровья животных (МЭБ), Всемирной ветеринарной ассоциации, отраслевых ассоциаций России. В частности, на секции «Актуальные вопросы в ветеринарии и кормлении в промышленном птицеводстве» выступил генеральный директор Национального союза птицеводов Сергей Лахтюхов. Он рассказал об итогах работы птицеводческой отрасли в 2020 году, о ее экспортном потенциале и о перспективах развития. Птицеводы активно работали в рамках программы конгресса. Модератор, директор департамента птицеводства ГК ВИК Дмитрий Аносов отметил высокий уровень докладов по вопросам кормления и ветеринарии в птицеводстве. По его оценке, птицеводство столкнулось с рядом серьезных ветеринарных вызовов. Но решать их надо не только ветеринарным врачам, но и смежным специалистам — зоотехникам, производителям кормов и другим.

— На здоровье животных влияют многие факторы, поэтому ветеринарам лучше всего работать сообща с коллегами по животноводческому цеху, — подчеркнул Дмитрий Аносов.

Именно таким образом и была составлена программа X Международного ветеринарного конгресса — чтобы была возможность ознакомиться с комплексными подходами к ветеринарным заболеваниям. Рассматривались, например, вопросы, связанные с тепловым стрессом, с кормлением, заболеваниями кишечника птицы, их влиянием на качество конечной продукции и возможности борьбы с ними за счет грамотного использования мер зоотехники.

Катрин Амлен, технический специалист компании ССРА из Франции, рассказала об успешном опыте замены кормовых антибиотиков в Европе, мире и России и о поиске альтернативных замен им.

Аналогично прошли секции по животноводству и свиноводству — с упором на комплексный подход к профилактике и лечению заболеваний животных. Заместитель начальника отдела гигиены и санитарии ГК ВИК Александр Печерский прочитал доклад о современных подходах в биобезопасности. Цель гигиены и санитарии, по его оценке, — это повышение экономической эффективности, снижение себестоимости, увеличение производительности и повышение генетической отдачи.

— Процесс ветеринарной санитарии свиного комплекса является сквозным бизнес-процессом, в котором принимают участие все подразделения и сотрудники предприятия, — подчеркнул он.

Наиболее обсуждаемыми вопросами этих секций стали: эпизоотическая ситуация, инфекционные и вирусные заболевания, новые подходы и программы лечения заболеваний поголовья, разработка инновационных препаратов и вакцин, генетические факторы поголовья





и их влияние на продуктивность, эффективное и безопасное выращивание животных и птицы.

Конференция «Единый мир — единое здоровье» стала ключевым событием конгресса. На ней были рассмотрены вопросы биобезопасности, контрольно-надзорной деятельности в области ветеринарии, систем раннего оповещения (WAHIS plus), новых и вновь возвращающихся инфекций, антимикробной резистентности и др.

Отметим, что в этом году Международный ветеринарный конгресс проходил в гибридном формате — часть мероприятий прошли офлайн, а работу секций и ряд совещаний и круглых столов можно было смотреть в онлайн-формате.

Важной составляющей участия в конгрессе стала возможность повысить свою квалификацию. Занятия проводились учебными центрами компетентных государственных учреждений: ФГБУ «ВГНКИ» Россельхознадзора; ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; ФГБУ «Центр Ветеринарии» Минсельхоза России. После окончания курса был проведен тестовый контроль полученных знаний. Все тестируемые участники, которые успешно его прошли, получили удостоверение установленного образца «О повышении квалификации».

В рамках Юбилейного Международного ветеринарного конгресса награждали лучших специалистов ветеринарной отрасли. Медаль «За доблестное служение во славу ветеринарии» имени А.Д. Третьякова, учре-



жденную в 2020 году Ассоциацией содействия развитию ветеринарного дела «Национальная ветеринарная ассоциация», вручили первым лауреатам: Виолиной Виктории Яковлевне, учредителю ГК ВИК; Бурдову Геннадию Николаевичу, доктору ветеринарных наук, профессору ИЖГ; коллективу ФГБУ ВГНКИ; Табакаеву Валерию Витальевичу, начальнику управления ветеринарии Администрации Томской области, главному государственному ветеринарному инспектору Томской области. Еще 11 человек были награждены медалью «За достижения в сфере ветеринарии».



УДК 636.5: 612.12.014.469

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-6-10>

Краткий обзор/Brief review

**Петрова Ю.В.,
Луговая И.С.,
Малыхин Е.Н.**

ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени
К.И. Скрябина
E-mail: ine98@ya.ru

Ключевые слова: цесарки, Продактив
Ацид SE, сохранность, живая масса

Для цитирования: Петрова Ю.В., Лу-
говая И.С., Малыхин Е.Н. Применение
«Продактив Ацид SE» в мясном цесарко-
водстве. Аграрная наука. 2021; 348 (4):
6–10.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-6-10>

Конфликт интересов отсутствует

**Yulia V. Petrova,
Inessa S. Lugovaya,
Evgeniy N. Malykhin**

Moscow State Academy of Medical Sciences –
M.I. Scriabin
E-mail: ine98@ya.ru

Key words: guinea fowl, Proaktiv Acid SE,
safety, live weight

For citation: Petrova Yu.V., Lugovaya I.S.,
Malykhin E.N. Application of “Productive Acid
SE” in in guinea fowl production. Agrarian
Science. 2021; 348 (4): 6–10. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-6-10>

There is no conflict of interests

Применение «Продактив Ацид SE» в мясном цесарководстве

РЕЗЮМЕ

Цесарководство — относительно новая подотрасль птицеводства, которая обеспечивает население диетическими продуктами — яйцом и мясом. Однако даже перед малыми предприятиями стоят задачи повышения сохранности и продуктивности особи, поскольку данный вид птицы обладает одной из самых дорогих стоимостей. Снижение рисков повышенного падежа напрямую зависит от уровня резистентности организма, реализации его иммунитета, 70% силы которого, как мы знаем, зависит от здоровья кишечника. Поэтому использование органических кислот для улучшения производственных показателей является актуальным и действенным способом снижения патогенной микрофлоры в кишечнике, активации полезной, улучшения перевариваемости и, следовательно, способствует хорошему росту и развитию организма. Приведенные исследования проведены по общепринятым методам. В результате было установлено, что применение при выращивании цесарок «Продактив Ацид SE» способствует увеличению сохранности, а также улучшает динамику роста живой массы относительно контрольной группы.

Application of “Proaktiv Acid SE” in guinea fowl production

ABSTRACT

Guinea fowl is a relatively new sub-branch of poultry farming, which provides the population with dietary products — eggs and meat. However, even small enterprises are faced with the task of increasing the safety and productivity of an individual, since this type of bird has one of the most expensive prices. Reducing the risk of increased mortality directly depends on the level of resistance of the organism, the implementation of its immunity, 70% of which, as we know, depends on the health of intestines. Therefore, the use of organic acids to improve performance is a relevant and effective way to reduce pathogenic microflora in the intestine, activate useful, normalize digestibility and, consequently, provide good growth and development of the body. The above studies were carried out according to generally accepted methods. As a result, it was found that the use of “Proaktiv Acid SE” in growing guinea fowls promotes an increase in safety, and also improves the dynamics of growth of live weight relative to the control group.

Поступила: 1 апреля
После доработки: 17 апреля
Принята к публикации: 18 апреля

Received: 1 April
Revised: 17 April
Accepted: 18 April

Введение

На сегодняшний день помимо привычного нам куриного мяса все большую популярность набирает диетическое мясо цесарок. Поэтому данную птицу начали рассматривать как перспективное направление в разведении не только за рубежом, но и в России (Аксенова К.А., 2015). Несмотря на это, при выращивании цесарок имеются схожие проблемы, схожие с бройлерным производством — вопрос улучшения динамики живой массы и уровня сохранности, что возможно, в частности, при оптимизации состояния кишечника как основного органа не только пищеварения, но и иммунитета. В этой связи применение органических кислот может стать одним из ключевых элементов в решении поставленных производственных задач (Петрова Ю.В., 2020).

В данной работе проведено исследование комплексной кормовой добавки «Продактив Ацид SE» при выращивании цесарок, цель которого — определить ее влияние на динамику живой массы, сохранность и гематологические показатели крови.

«Продактив Ацид SE» применяют для снижения уровня патогенной микрофлоры в воде для поения и кормах и повышения продуктивности свиней и сельскохозяйственных животных. Кормовая добавка в качестве действующих веществ содержит: муравьиную кислоту — 61%, пропионовую кислоту — 5%, молочную кислоту — 8%, лимонную кислоту — 3%, уксусную кислоту — 2%, воду дистиллированную до 100%. Не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов.

Органические кислоты, входящие в состав добавки, участвуют в цикле трикарбоновых кислот, обеспечивая быстрое энергообразование, активируют работу ферментов желудочно-кишечного тракта. Муравьиная и пропионовая кислоты являются ингибиторами роста патогенной микрофлоры в кормах, воде для поения и желудочно-кишечном тракте животных, не угнетая роста и развития полезной молочнокислой микрофлоры.

«Продактив Ацид SE» снижает уровень сальмонелл, стафилококков, протей и других патогенных организмов в воде для поения и в кормах животных. Поступая в организм животных, добавка способствует нормализации кишечной микрофлоры, выработке дополнительной энергии у ослабленных животных, улучшению процессов пищеварения. Введение добавки в корма и воду для поения ведет к повышению сохранности и продуктивности, улучшает конверсию корма.

Задача исследования

Оценить влияние препарата «Продактив Ацид SE» на рост и развитие серо-крапчатой цесарки, а также охарактеризовать морфологические показатели крови.

Методика

Опыт проводили по схеме, представленной в таблице 1 в условиях цесарководческого хозяйства на цесарках серо-крапчатой породы.

Динамику роста цесарок определяли индивидуально, взвешивая их в возрасте на 1, 21, 35, 49, 84 сутки и определяли приросты живой массы (абсолютный, среднесуточный и относительный). Убой проводили на 84-е сутки (12 недель).

Изучали морфологические показатели у цесарок из каждой группы, для этого проводили забор крови в суточном возрасте, а затем каждые 4 недели и перед убоем (по 5 голов в каждой группе).

Гематологические исследования проводили по общепринятым методикам (Кондрахин И.П., 2004).

Результаты

Проведенные исследования позволили установить, что подопытные цесарки росли и развивались по-разному. Данные о динамике живой массы цесарок представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, живая масса цесарок стабильно нарастала, несмотря на меньшую стартовую живую массу в опыте, при этом к концу выращивания в опытной группе она превысила контрольные показатели на 4%.

Таблица 1. Схема постановки эксперимента

Table 1. Scheme of setting up the experiment

Группа	Количество цесарок в группе	Наименование добавки	Режим дозирования	Кратность введения
1-я группа (контроль)	20	—	—	—
2-я группа (опытная)	20	Продактив Ацид Se	3 мл на 1 литр воды	С суточного возраста до убоя

Таблица 2. Динамика живой массы цесарок в эксперименте

Table 2. Dynamics of live weight of guinea fowl in the experiment

Возраст, сутки	Группы, n = 17	
	1-я, контроль	2-я, опытная
1	44,07±2,21	42,9±2,1
21	310,2±31,81	312,4±30,73
35	650,4±2,14	674,3±2,9
49	1010,7±2,7	1120,4±2,5*
84	1750,2±2,7	1820,6±2,5

* $P \leq 0,5$

Таблица 3. Сохранность цесарок в период эксперимента

Table 3. Safety of guinea fowls during the experiment

Возраст, сутки	Группа			
	1-я (контроль)		2-я (опытная)	
	голов	%	голов	%
1	20	100	20	100
21	18	90	19	95
35	18	90	19	95
49	17	85	18	90
84	17	85	18	90

Как известно, цесарки до возраста полового созревания не имеют выраженных признаков полового диморфизма. При выращивании цесарок на мясо в условиях промышленного содержания цесарок, они выращиваются без разделения по полу, до 12-недельного возраста. Еще одним из важнейших зоотехнических и экономических показателей является сохранность молодняка в период выращивания. Сохранность цесарок определяет в итоге себестоимость и выход получаемой от них готовой продукции, которая, как известно, по качественной и ценовой категории относится к продуктам премиум класса.

Как видно по данным таблицы 3, к 21-м суткам эксперимента в контрольной группе погибло 2 цесарки, а в 2 опытной — 1 цесарка. К концу эксперимента падеж отмечен во всех группах, однако итоговая сохранность в опыте была выше.

Гематологические показатели являются основным тестом физиологической реактивности организма и характеризуют естественную резистентность. В исследованиях было установлено, что морфологический состав крови зависит от использования различных кормовых добавок (таблица 4).

Более высокое содержание эритроцитов и гемоглобина в крови цесарок опытной группы свидетельствует об усилении эритропоэза и синтеза гемоглобина под действием антиоксидантов, так как они стабилизируют обменные процессы у цесарок в условиях технологических стрессов и создают лучшую приспособляемость к окружающим условиям (Гажеева Т.П., 2013).

Таблица 4. Морфологические показатели крови исследуемых цесарок

Table 4. Morphological parameters of the blood of the studied guinea fowls

Показатель	Возраст, сутки	Группа	
		1-я, контроль	2-я, опытная
Гемоглобин, г/л	1	100,52±0,93	110,2±1,21
	35	106,51±1,24	115,4±1,2
	84	109,2±1,21	115,9±1,4
Эритроциты, 10 ¹² /л	1	2,68±0,13	2,86±0,1
	35	2,79±0,12	2,9±0,1
	84	2,83±0,13	2,96±0,11*
СОЭ, мм/час	1	2,89±0,12	2,8±0,17
	35	3,0±0,1	2,84±0,12
	84	3,01±0,4	2,89±0,09*
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	1	18,97±0,17	20,56±0,2
	35	18,15±0,16	19,35±0,64
	84	17,47±0,22	19,00±0,22*
*P ≤ 0,5			

Выводы

Таким образом, «Продактив Ацид SE» способствуют лучшей сохранности цесарок, а также влияет на рост и динамику их живой массы относительно контрольной группы. Наибольшее количество гемоглобина в различные возрастные периоды отмечено в крови цесарок, получавших в рационе «Продактив Ацид SE». В крови цесарок второй (опытной) группы содержание эритроцитов и гемоглобина превосходило аналогичные показатели особой контрольной группы.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Аксенова К. А. Ветеринарно-санитарная характеристика подконтрольных госветнадзору продуктов полученных от разведения цесарки домашней / К.А. Аксенова, С.Н. Глебачев // Проблемы ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности. 2015. С. 7-9. [Aksenova K.A. Veterinary and sanitary characteristics of the products under the control of the state veterinary supervision obtained from the breeding of domestic guinea fowl. *Problemy veterinarii i veterinarno-sanitarnoy ekspertizy i biologicheskoy bezopasnosti*. 2015. p. 7-9 (In Russ.)]
- Петрова Ю. В. Влияние «Продактив Ацид Se» на некоторые ветеринарно-санитарные показатели мяса перепелов / Ю.В. Петрова, В.М. Бачинская, И.С. Луговая // Аграрная на-

ука. 2020. № 2. С. 20-26. [Petrova Yu. V. Influence of "Prodaktiv Acid Se" on some veterinary and sanitary indicators of quail meat. *Agrarnaya nauka*. 2020; 2: p.20-26 (In Russ.)]

3. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справ. изд. / М.: КолосС, 2004.- 520 с. [Kondrakhin, IP Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: ref. ed.. М.: KolosS. 2004. 520 p. (In Russ.)]

4. Гажеева, Т.П. Сравнительная оценка показателей естественной резистентности разных пород и популяций цесарок / Т.П. Гажеева, Г.П. Дробот, В.С. Трубаева, Е.К. Павлова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10 (159). С. 53-55. [Gazheeva, T.P. Comparative assessment of indicators of natural resistance of different breeds and populations of guinea fowl. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013; 10(159): p.53-57 (In Russ.)]

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ И БЕЗОПАСНАЯ ВАКЦИНАЦИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА — СОВРЕМЕННЫЙ ПУТЬ К ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ПРОЦВЕТАНИЮ ХОЗЯЙСТВА

Павел Рашка, д.в.н., ветеринарный врач АО «Биовета»
(Чешская Республика)

Целенаправленная иммунопрофилактика впервые была проведена на людях уже тысячи лет назад в Риме. Тому методу профилактики опасной для человека оспы с использованием вируса вариолы последовал Эдуард Женнер в 1798 году, применив вирус коровьей оспы (*virus vaccinia*) для прививания человека от натуральной оспы. В честь этого открытия Луи Пастер позже предложил использовать для прививочного материала термин вакцина и вакцинация (иммунизация, прививание), что означает активное введение вещества для прививания. Целью вакцинации является повышение активного специфического иммунитета против определенного инфекционного патогена, что мы и называем иммунопрофилактикой. В настоящее время использование вакцин — это очень распространенный способ профилактики многих инфекционных заболеваний животных. Он используется в тех случаях, когда известен патогенез инфекционного заболевания и создан подходящий препарат для прививания, способный инициировать защиту от данного патогена.

Иммунная система защищает организм от «чужеродных захватчиков», таких как бактерии и иные микроорганизмы, которые могут вызывать заболевания. Некоторые белки и другие молекулы этих захватчиков известны как антигены, а защита организма иммунной системой реагирует на антигены, производя антитела. Иммунизация является важным средством не только индивидуальной защиты привитой особи, но эпидемиологического контроля. После проиммунизации определенной части популяции (стада) можно ожидать снижения уровня заражений в среде, таким образом подавляется распространение и возникновение заражения, и следовательно, возможно его полное устранение = искоренение. В последнее время в ряде европейских стран прививание стало ключевым инструментом комплексной программы искоренения болезни Ауески и устранения инфекции РРСС. В настоящее время прививки с использованием маркерных вакцин применяются в текущих программах оздоровления крупного рогатого скота от ИРТ. Однако вакцинация малоэффективна (или по-прежнему не найдено удовлетворительное решение) в отношении патогенов с высокой антигенной изменчивостью (например, грипп) или в иммунологически затронутый сложный период (например, молодняк с недостаточно развитой иммунной системой).

Каковы возможности индукции специфического противои инфекционного иммунитета млекопитающих? Это:

- активная иммунизация, т. е. введение изготовленных прививочных веществ (вакцин);
- пассивная иммунизация, т. е. введение готовых антител (молозиво, гипериммунная сыворотка).

Активная иммунизация — это индукция активного иммунитета.

Основными предпосылками успешной вакцинации является положительное взаимодействие следующих компонентов.

1. Имунокомпетентное животное:
 - со зрелой иммунной системой;
 - с генетической предрасположенностью реагировать на данный антиген;
 - без иммуносупрессии (стрессы, инфекционные заболевания);
 - без интерференции колостральных антител.
2. Прививочное вещество — вакцина:
 - хорошо разработанная, качественно изготовленная (сертификат GMP, стандарты ISO);
 - с соответствующим антигеном (спектром антигенов);
 - с соответствующим образом обработанным антигеном с учетом природы агента (инактивация, ослабление);
 - правильно составленная (соответствующие адъюванты и вспомогательные вещества);
 - без побочных реакций.
3. Квалифицированный специалист — ветеринарный врач, который выбирает:
 - соответствующий график иммунизации;
 - соответствующее время для начала иммунизации (первичный ответ);
 - соответствующий способ введения вакцины;
 - соответствующий интервал ревакцинации (вторичный ответ).

Типы вакцин

В течение более чем столетней истории целенаправленных усилий по максимальному повышению эффективности специфической иммунопрофилактики инфекционных заболеваний было разработано множество вакцин различных типов. Однако основными предпосылками подходящей вакцины остаются ее эффективность и безопасность. В большинстве стран производство вакцин известных производителей строго контролируется и регулируется государственными органами, которые проводят аттестацию производственных площадок (сертификация). Обязателен контроль безопасности и эффективности всех вакцин. Тестирование вакцины для оценки ее безопасности включает в себя подтверждение идентичности используемого организма, отсутствия заражения чужеродными организмами и безопасности для конечного целевого вида животных. Также необходимо гарантировать эффективность вакцин и после хранения в определенных условиях (стабильность). Несмотря на то, что правильно хранящиеся вакцины могут быть эффективными после истечения срока годности, никогда не следует на это полагаться. Поэтому вакцины после истечения срока годности использовать нельзя!

Старейшие типы вакцин, производимые методами, которые использовались в течение многих лет — живые ослабленные вакцины (аттенуированные) и инактивированные вакцины. Чаще всего они бывают в таких формах:

- обще клеточные: сформированные полностью ослабленным или инактивированным агентом;

- субъединичные: сформированные только частью агента (чаще всего гликопротеин оболочки агента);
- частицевые: сформированные из «псевдовирioнов», обычно лишенных исходной генетической информации.

В последние годы исследования сосредоточены также на разработке других возможных типов вакцин, основанных, например, на рекомбинантных технологиях: антиидиотипические вакцины со структурными имитаторами, имитирующими поведение родительского антигена; «голые» вакцины, образующие чистые плазмиды ДНК, или синтетические вакцины со свободным или мультиантиген-связанным синтетическим пептидом и т. п.

В иммунопрофилактике КРС до сих пор наиболее часто используются вакцины, полученные обычными методами, которые подразделяются на живые аттенуированные и инактивированные.

Живая аттенуированная вакцина (ЖАВ) создается путем длительного пассажирования агента на подходящей культуральной среде, пока он не потеряет вирулентность (интенсивность повреждения организма). Таким образом, при соблюдении всех процедур он не вызывает клинического заболевания, но в ограниченной степени воспроизводится в организме иммунизированного животного. Живые вакцины вызывают сильный гуморальный и клеточно-опосредованный иммунитет. Иммуногенность живого штамма выше, а защитный иммунитет часто достигается уже после первого применения в короткие сроки с возможностью формирования также иммунитета слизистых оболочек. Хотя живые вакцины, как правило, более эффективны, с их разработкой связаны определенные проблемы, поскольку живые организмы тоже могут вызывать заболевание после вакцинации, если их определенным образом не изменить. Ослабленные вакцины — вакцины, содержащие живые организмы, которые были модифицированы для снижения вероятности этого риска. Таким образом, даже если микроорганизмы в вакцине ослаблены, они иногда могут вернуться к полной вирулентности, что может вызвать заболевание, которое следовало предотвратить. Потенциальная опасность наличия микроорганизмов в составе живых аттенуированных вакцин по-прежнему заключается в возможности их возврата в полностью вирулентный штамм, а также в возможности последующего распространения в популяции животных. Это осложняет эпидемиологическую ситуацию и затрудняет эффективное управление программами оздоровления. В целях дальнейшего обеспечения безопасности принимаются усилия по приготовлению рекомбинантных вакцин, количество которых на ветеринарном рынке все еще очень ограничено.

Инактивированная вакцина создается путем уничтожения патогена, который полностью теряет способность вызывать заболевание. Однако инактивация в большинстве случаев приводит к снижению иммунного ответа, и поэтому вакцины, в которых используются убитые микроорганизмы, включают другие соединения, называемые «адъювантами». Они предназначены для повышения общей эффективности вакцины, то есть для усиления иммунного ответа. Адъюванты запускают врожденные иммунные ответы, которые служат для усиления адаптивного ответа на вакцины и/или для уравновешивания и изменения характера этих иммунных ответов. Они могут снизить дозу антигена, который будет введен, или количество вводимых доз, а также могут продлить иммунологическую память.

- Масляный адъювант (эмульсия), формирующий депо антигена — защищает антигены от деградации и продлевает иммунные ответы за счет длительного высвобождения антигена в течение определенного периода времени.

- Адъюванты на основе алюминия (например, гидроксид алюминия) — вызывают высвобождение воспалительных молекул и в первую очередь стимулируют гуморальный иммунитет.

- Адъюванты на основе сапонина — подобные детергентам молекулы, полученные из коры мыльного дерева (*Quillaja saponaria*), могут избирательно стимулировать активность лимфоцитов ТН1, которые поддерживают скорее специфические клеточные иммунные реакции.

Многие коммерчески доступные и запатентованные адъюванты представляют собой комбинации указанных типов. Высокоэффективные адъюванты также можно приготовить путем комбинирования их с иммуностимулирующим реагентом.

Инактивированные вакцины, как правило, более безопасны, чем вакцины с живым антигеном, поскольку они являются иммунологическими препаратами, не имеющими абсолютно никакого риска возвращения патогенности и, как следствие, риска распространения инфекции в поголовье. Поэтому их применяют в основном при опасных вирусных инфекциях и в критические периоды (молодняк, стельные коровы и т. д.). Однако их способность вызывать иммунный ответ несколько ниже, поэтому обычно требуются две дозы в рамках первичной вакцинации, использование адъюванта и более частая ревакцинация (усиление).

Вакцинация

На успех вакцинации в значительной степени влияет выбор подходящей вакцины, способа и времени введения. В первую очередь необходимо определить настоящую причину заболевания. Хотя это кажется очевидным, на практике это не всегда соблюдалось. Например, хотя *Mannheimia haemolytica* можно тщательно изолировать из легких КРС с респираторным заболеванием, эти бактерии не единственная причина данного синдрома, а для полной защиты необходимы вакцины против первичных вирусных патогенов. Патогенез конкретного инфекционного заболевания указывает, когда должна начаться вакцинация, необходимо ли вызвать общий или местный иммунитет, обеспечивается ли защита гуморальным или клеточно-опосредованным иммунитетом. Для успешной вакцинации необходимо выбрать соответствующую стратегию вакцинации. Она должна основываться не только на общих иммунологических знаниях, но и на знаниях патогенеза и эпидемиологии.

Принципы выбора эффективной стратегии вакцинации определяются формированием правильного иммунного ответа:

- он должен наступить в нужное время;
- он должен формироваться в нужном месте организма;
- он должен быть определенного типа — требуемого качества.

Несоблюдение любого из этих условий часто приводит к неэффективной вакцинации, несмотря на то, что вакцинация была проведена качественной и иммуногенной вакциной.

Требуемый иммунный ответ должен наступить в нужное время, вакцинация должна быть проведена задолго до контакта с инфекцией.

Подразумевается хорошая синхронизация по времени по отношению к опасному периоду возможного заражения особи инфекцией, против которой направлена вакцинация. В поголовье, в том числе в стадах КРС, где происходят частые перемещения, это условие часто бывает трудноисполнимым. Точно так же в большинстве случаев инфекционных заболеваний молодняка основная трудность состоит в том, чтобы за короткий период времени провести вакцинацию несколько раз и, в основном, повторное введение идет в рамках первичной вакцинации.

Продолжительность интервала между введением вакцины

Необходимость двойного введения антигена для достижения полноценного иммунного ответа исходит из природы иммунной системы. Каждый рождается со способностью реагировать на антигены из окружающей среды. Эту функцию обеспечивают линии (клоны) лимфоидных клеток. Каждый клон способен реагировать только с одним антигеном. Из-за очень широкого спектра антигенов, каждый клон представлен небольшим количеством клеток. Только после контакта с соответствующим антигеном (прямая инфекция или первичная вакцинация) эти клетки размножаются и вызывают первичный иммунный ответ. В то же время созревает большее количество клеток памяти, что вызывает быстрый и интенсивный вторичный иммунный ответ при дальнейшем контакте с антигеном. Вот почему первичный ответ, в отличие от вторичного, медленный, слабый и непродолжительный. Поскольку созревание клеток памяти занимает некоторое время, целесообразно для получения полного вторичного ответа выбрать более длительный интервал между двумя применениями вакцины в ходе первичной вакцинации. Желательно учитывать также индивидуальные потребности того или иного поголовья. На практике оптимальный интервал составляет 3–4 недели. Как правило, более короткий интервал не подходит, поскольку клетки памяти не успеют созреть и потенциал вакцины не будет использован. В неотложных случаях, когда нет времени для введения второй дозы вакцины, целесообразно вакцинировать находящихся под угрозой животных хотя бы один раз, при этом последующая инфекция будет действовать как ревакцинация. Конечно, если антиген, используемый в вакцине, совпадает с возбудителем заболевания.

Одновременное введение нескольких вакцин — использование комбинированных вакцин

Критические периоды жизненного цикла животного в поголовье часто требуют введения нескольких прививок за короткий период времени. По этой причине необходимо подумать о возможности использования нескольких вакцин или комбинированных вакцин. В целом, если это явно не запрещено по какой-либо причине, можно вводить одновременно несколько вакцин или несколько антигенов в одной вакцине без риска того, что иммунный ответ на один из антигенов будет значительно ниже.

Однако следует иметь в виду, что иммунный ответ требует больших энергозатрат, соответственно и много питательных веществ. Следовательно, животные должны быть не только клинически здоровыми, но и находиться в хорошем физическом состоянии и получать адекватное питание. С другой стороны, нецелесообразно сочетать разные процедуры вакцинации в коротких временных интервалах. Подтверждено, что если два введения разных вакцин следуют почти подряд, ответ на

вторую из них будет очень ограниченным. Способность снова полноценно отвечать на вторую вакцину обычно восстанавливается не ранее, чем на четвертый день после введения первой вакцины. В случае цейтнота можно рекомендовать так называемый «эстафетный способ». Данный способ подразумевает, что мы начнем вакцинацию одной вакциной и одновременно со второй дозой будет введена первая доза другой вакцины!

Иммунитет должен формироваться в нужном месте организма.

Основываясь на знании патогенеза заболевания, необходимо выбрать способ иммунизации, который прервет инфекционный процесс в наиболее подходящем месте. С этой точки зрения важно знать, протекает ли инфекция только локально на слизистой оболочке или это системное заболевание (всего организма). Для лечения и профилактики важны только те антитела, которые окажутся в нужных местах организма. Даже высокие уровни антител в крови не повлияют на протекание инфекций на слизистых оболочках, если они туда не попадут. Следует подчеркнуть, что здоровая слизистая оболочка, покрытая эпителием, не пропустит макромолекулы размером с иммуноглобулин ни в одном направлении. Они попадут туда только после повреждения слизистых оболочек и в результате последующего воспаления. Это также было одной из причин разработки интраназальных вакцин против главных первичных вирусных агентов респираторных инфекций КРС (BRSV, vPI-3, BHV-1).

Иммунный ответ должен быть определенного типа — требуемого качества.

Прежде всего это относится к роли клеточного и антительного иммунного ответа в защите от конкретной инфекции. Например, в случае местных инфекций, возникающих на слизистых оболочках, важно, чтобы в антительном иммунном ответе преобладали антитела класса IgA.

Место и способ введения вакцины

Вакцины стимулируют иммунный ответ, который длится разное время в зависимости от конкретной вакцины и болезнетворного микроорганизма. Это означает, что для поддержания иммунитета необходимы специфический метод и график последующего введения вакцины. У молодняка следует принять во внимание реакцию иммунной системы, включая возраст животного и преодоление иммунитета, переданного новорожденному от матери.

Место введения является важным фактором, влияющим на тип иммунного ответа.

- парентеральное введение (внутримышечное, подкожное и др.) — при таком способе введения вакцины преобладает гуморальный тип иммунитета;

- местное применение живых вакцин (интраназально, перорально) — попытка достичь высокоэффективного иммунного ответа на слизистых оболочках с интенсивными ответами класса IgA в слизистых секретах. Преимущество такой вакцинации в скорости возникновения иммунитета и, прежде всего, в возможности избежать интерференции с колостральными антителами.

Вакцину также можно подавать с кормом или растворять их в питьевой воде. Данный метод чаще всего используется в птицеводстве или для животных с однокамерным желудком. В ограниченной степени также разрабатываются способы трансдермального введения (впитывание через кожу).

Временная зависимость, играющая роль в практике вакцинации

Интерференция пассивно полученных колостральных антител — эффект подавления колостральных антител, т. е. период специфического ослабления собственного антительного ответа, который зависит не только от уровня стойких антител, полученных от матери, но и от типа антигена. У некоторых речь идет о первых нескольких неделях жизни (например, BRSV, vPI-3), у других — до нескольких месяцев (например, BHV-1, BVD). Телята в период, когда уровни колостральных антител падают до такой степени, что уже больше не обеспечивают эффективную защиту, но собственные антитела еще не способны к активной защите, подвергаются повышенному риску заражения (так называемое «иммунное окно»). На сегодняшний день пока не существует универсального эффективного способа преодоления этого критического периода. В некоторых случаях себя оправдало введение высоких доз антигена, использование специальных адъювантов в вакцинах или местное введение антигена (интраназальная вакцинация). На практике же сложно определить оптимальный срок начала вакцинации, поскольку время до исчезновения колостральных антител сугубо индивидуально. Оно зависит как от начальной концентрации содержания антител в молозиве, так и от количества молозива, полученного теленком в первые часы после рождения.

Пассивные антитела, переносимые молозивом, обычно выполняют три основные функции:

- антитела, содержащиеся в сыворотке, защищают от факультативных патогенов, способных вызвать неонатальный сепсис;
- части антител, абсорбированные в раннем послеродовом периоде, проникают на слизистую оболочку и обеспечивают кратковременную специфическую защиту слизистой оболочки;
- антитела, которые сохраняются в кишечнике вместе с антителами, которые поступают туда с молоком при выпаживании (лактогенный иммунитет) и защищают от распространенных инфекций.

Короткий интервал от начала иммунизации до требуемого появления защитного иммунитета — необходимо учитывать, что большинство вакцин способны вызвать

эффективную защиту от болезней у иммунизированных животных, как правило, через 2–3 недели. Часто бывает трудно защитить телят от инфекций, пик заболеваемости которых приходится на первые недели жизни или вскоре после перемещения в новую среду. Такие ситуации могут быть решены вакцинацией стельных матерей, которая направлена на профилактику неонатальной диареи, а также в редких случаях — раннего возникновения респираторных инфекций. Если вакцинация должна вызвать сильный антительный ответ, проявляющийся высоким уровнем антител в молозиве, ее следует проводить задолго до ожидаемого отела. Интервал между последней дозой вакцины и отелом не должен быть менее 14 дней.

Стратегия вакцинации коров с точки зрения защиты телят должна корректироваться в соответствии с тем, в каком возрасте теленка проявляется инфекция. Если инфицирование происходит уже в раннем возрасте, необходимо вакцинировать матерей и повысить уровень специфических антител в молозиве, а затем в крови и слизистых выделениях телят. Основная предпосылка этой меры — обеспечить выпаживание теленка качественным молозивом в нужное время и в достаточном количестве! И наоборот, если инфекции возникают позже, предпочтительно не вакцинировать матерей, а телят иммунизировать как можно раньше, как только колостральные антитела в крови упадут до минимума (обычно не ранее, чем в 6–8 недель). Другой вариант — местное (интраназальное) введение живых аттенуированных вакцин, которое можно начинать с 14 дней, вне зависимости от уровня сывороточных антител, полученных из материнского молозива.

Несостоятельность вакцины и другие побочные эффекты

Прививание не всегда является безвредной процедурой, в исключительных случаях могут возникнуть неблагоприятные последствия. Следовательно, все прививания должны соответствовать принципам, указанным производителем в инструкции, прилагаемой к препарату. В целом риски прививания не должны превышать риски, вызванные самим заболеванием. Существует много причин, по которым прививание может оказаться неэффективным:

1. Вакцина содержит штаммы организмов или антигены, отличные от возбудителя заболевания. Например, вакцинация только против пастереллеза крупного рогатого скота при появлении респираторного синдрома, без иммунизации против главных вирусных патогенов.

2. Технология производства вакцины: разрушены защитные эпитопы или не обеспечено достаточное количество антигена. Эти причины можно предотвратить, используя вакцины известных производителей.

3. Неправильное хранение, подготовка перед применением или, собственно, введение:



- несоблюдение температурных режимов при транспортировке и хранении до момента использования (холодильники);

- чрезмерное нагревание вакцины перед применением (горячая водяная баня), особенно живых вакцин;

- совместное с вакциной использование других лекарственных препаратов. Например, живая бактериальная вакцина часто теряет свой потенциал при совместном введении антибиотиков.

4. Вакцинация животного в инкубационный период заболевания или уже инфицированного животного обычно только ускоряет развитие заболевания.

5. Недостаточный иммунный ответ, не обеспечивающий абсолютной защиты:

- иммунный ответ индивидуален и не одинаков у всех особей привитой популяции;

- поскольку на иммунный ответ влияет множество факторов, у большинства животных он будет средним, только у некоторых особей будет отличным, и, аналогично, у некоторых — недостаточным. Даже наилучшая вакцина не может защитить животных со слабым иммунным ответом, который может быть подвержен многим факторам. Поэтому практически невозможно путем вакцинации полностью защитить 100% популяции (особей стада). Количество недостаточно реагирующих особей зависит от вакцины, а необходимое количество защищенных во многом зависит от характера инфекции. При высокоинфекционных заболеваниях, когда иммунитет стада низкий, инфекция передается быстро и эффективно (например, ящур). Присутствие незащищенных животных может способствовать распространению заболевания и нарушать программы контроля. Напротив, в случае заболеваний, которые распространяются неэффективно, таких как бешенство, даже 70%-ная защита популяции может быть достаточной для эффективного блокирования переноса заболевания;

- наиболее частой причиной неуспешного прививания молодняка является подавление иммунного ответа, вызванное наличием устойчивых материнских антител (слишком ранняя вакцинация);

- вакцины также могут не сработать из-за иммуносупрессивных эффектов у животных, сильно пораженных паразитами или истощенных. Кроме того, сильные стрессовые стимулы, в том числе высокие стадии стельности, экстремальные температуры, усталость, заметно снижают явно нормальный иммунный ответ, особенно из-за перепроизводства глюкокортикоидов.

Даже при использовании вакцин известных производителей время от времени могут возникать побочные эффекты. К распространенным рискам, которые связаны с вакцинами, относится умеренная токсичность, которая может вызвать реакцию в месте укола, депрессия или аллергические реакции, заболевание иммунодефицитных особей при использовании живых аттенуированных вакцин, неврологические осложнения и, в редких случаях, заражение другими живыми веществами. Вакцины с



некоторыми убитыми грамотрицательными бактериями могут также содержать следы эндотоксинов, которые стимулируют высвобождение интерлейкина-1 и вызывают лихорадку и временную лейкопению. В общем, разумно избегать прививания стельных животных, если только риск непрививания не окажется большим. Кроме того, несоразмерный стресс от реакции на вакцинацию может оказаться достаточным для активации скрытых инфекций. Некоторые комбинации вакцин могут вызвать легкую временную иммуносупрессию, или, например, мультикомбинации некоторых живых аттенуированных вирусных и бактериальных антигенов с инактивированными лептоспирами не смогут гарантировать качественное продуцирование антител против этих относительно чувствительных зоонозных бактерий. Аналогичная ситуация наблюдалась с вакцинами, содержащими микоплазмы.

В дополнение к умеренной потенциальной токсичности, упомянутой выше, вакцины, как и любой другой антиген, могут вызывать реакции гиперчувствительности как к антигенам, содержащимся в вакцинах, так и к вспомогательным веществам и адъювантам. Все формы гиперчувствительности чаще связаны с вакцинами, содержащими большое количество антигенов, так как возникает эффект ассоциации.

Как предотвратить возможные побочные эффекты после вакцинации? Необходимо:

- базовое клиническое обследование особей или стада;
- испытание на переносимость на небольшой группе животных перед массовым применением препарата;
- строгое соблюдение инструкций по применению, декларируемых производителем препарата;
- наблюдение за состоянием здоровья животных в течение не менее 30–40 минут после введения вакцины.

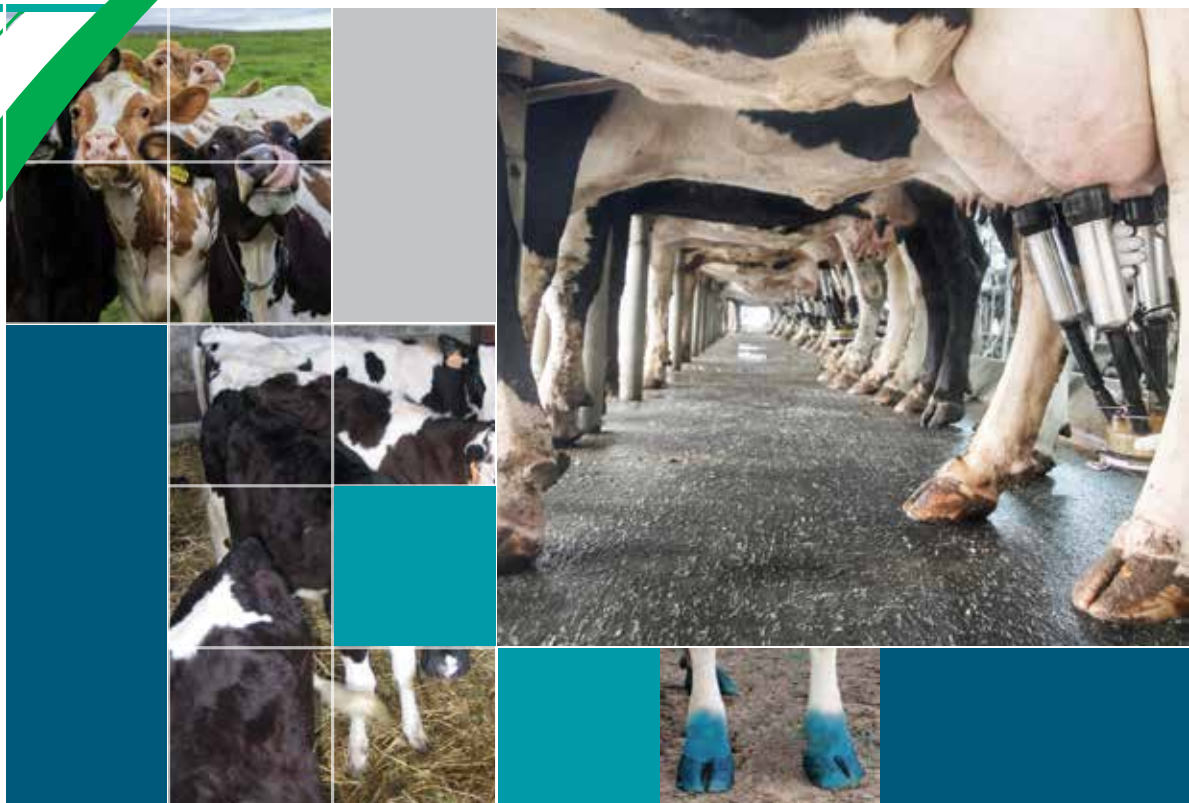
Как бороться с возможными побочными эффектами после вакцинации? Необходимо:

- в случае общей анафилактической реакции оказать пострадавшим особям профессиональную помощь;
- известить регистрирующий орган и производителя препарата о возникновении побочных эффектов.

Драгонхайд®

порошок

Новое средство для копытных ванн



Эффективен при болезни Мортелларо



**Легко использовать –
пакет 350 грамм на 200 л. воды**



Визуальный контроль прохождения ванны



Защищает копыта в течение суток после применения



Безопасен для здоровья людей и животных



УДК 591.1

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-17-20>

Краткий обзор/Brief review

Прохорова Т.М.,
 Попова Э.В.,
 Гуркина О.А.,
 Смутнев П.В.,
 Рубанова М.Е.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1

E-mail: prokhorovatm@yandex.ru,
 elina-popova-00@mail.ru, gurkinaoa@yandex.ru,
 smutnev-asd@yandex.ru, mariru65@yandex.ru

Ключевые слова: печень, гепатит, билирубин, Оксиметилурацил, Легалон, перекисное окисление липидов, крыса

Для цитирования: Прохорова Т.М., Попова Э.В., Гуркина О.А., Смутнев П.В., Рубанова М.Е. Гепатопротекторное действие оксиметилурацила при экспериментальном токсическом гепатите. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 17–20.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-17-20>**Конфликт интересов отсутствует**

Tatiana M. Prokhorova,
 Elina V. Popova,
 Oksana A. Gurkina,
 Peter V. Smutnev,
 Marina E. Rubanova

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Teatralnaya pl., 1, Saratov, 410012, Russia

E-mail: prokhorovatm@yandex.ru,
 elina-popova-00@mail.ru, gurkinaoa@yandex.ru,
 smutnev-asd@yandex.ru, mariru65@yandex.ru

Key words: liver, hepatitis, bilirubin, Oxymethyluracil, Legalon, lipid peroxidation, rat

For citation: Prokhorova T.M., Popova E.V., Gurkina O.A., Smutnev P.V., Rubanova M.E. Hepatoprotective effect of Oxymethyluracil on experimental toxic hepatitis. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 17–20. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-17-20>**There is no conflict of interests**

Гепатопротекторное действие Оксиметилурацила при экспериментальном токсическом гепатите

РЕЗЮМЕ

В статье изложены результаты исследования препарата Оксиметилурацил при токсическом поражении печени тетрахлорметаном. В результате вызванного токсического гепатита у лабораторных крыс наблюдается сбой в работе системы свободнорадикального окисления липидов: повышается содержание диеновых конъюгатов в 1,93 раза и малонового диальдегида — 1,8 раза в сыворотке крови по сравнению с интактной группой. Происходит изменение показателей пигментобразования печени: показатели общего билирубина увеличились в 3,06 раза, прямого билирубина — в 5,63 раза, непрямого билирубина — в 2,8 раза по сравнению с контрольной группой. После лечебной терапии препаратами Легалон и Оксиметилурацил ингибируется перекисное окисление липидов и повышается антиоксидантный статус организма, наблюдается улучшение показателей билирубина. При сравнении гепатопротекторных свойств препаратов в условиях поражения печени тетрахлорметаном применение Оксиметилурацила менее эффективно, чем Легалона.

Hepatoprotective effect of Oxymethyluracil on experimental toxic hepatitis

ABSTRACT

The article presents the results of a study of Oxymethyluracil effect on toxic liver damage with carbon tetrachloride. As a result of the induced toxic hepatitis in laboratory rats, a malfunction of the free radical lipid oxidation system is observed: the content of diene conjugates increases by 1.93 times and malondialdehyde — by 1.8 times in the blood serum compared to the intact group. There is a change in the indicators of liver pigmentation: the indicators of total bilirubin increased by 3.06 times, direct bilirubin — by 5.63 times, indirect bilirubin — by 2.8 times compared to the control group. After therapy with Legalon and Oxymethyluracil lipid peroxidation is inhibited and the antioxidant status of the body increases, and bilirubin indicators improve. When comparing the hepatoprotective properties of drugs in conditions of liver damage with carbon tetrachloride, the use of Oxymethyluracil is less effective than Legalon.

Поступила: 2 апреля
 После доработки: 12 апреля
 Принята к публикации: 15 апреля

Received: 2 April
 Revised: 12 April
 Accepted: 15 April

Введение

В настоящее время токсические поражения печени являются одной из актуальных проблем современной медицины. Несмотря на большой арсенал гепатопротекторов, не всегда удается добиться повышения регенераторной активности печени и стабилизации течения гепатита. В развитии патологического процесса при токсическом гепатите большое значение имеют нарушения процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной системы (АОС). Одним из универсальных механизмов повреждения клеток является чрезмерная пероксидация мембранных структур, которая обусловлена усиленной выработкой активных форм кислорода. Поэтому при токсических поражениях печени, прежде всего, применяют антиоксидантную терапию, направленную на ограничение ПОЛ и стабилизацию мембран. В связи с этим внимание ученых, занимающихся разработкой новых гепатопротекторов, привлечено к соединениям с выраженной антиоксидантной активностью [1].

При тетрахлорметановой модели повреждения печени инициируется образование трихлорметильных радикалов и активных форм кислорода, которые приводят к истощению антиоксидантной защиты и вторично приводят к воспалению. Таким образом, для защиты печени при тетрахлорметановой интоксикации важны антиоксидантные и противовоспалительные свойства препаратов [2].

Оксиметилурацил является антиоксидантом, ингибирующим процессы перекисного окисления липидов, он стабилизирует мембраны клеток и органелл, стимулирует регенераторные процессы [3].

Исходя из вышеизложенного, целью исследования явилось изучение изменения антиоксидантных показателей и билирубина при коррекции препаратом Оксиметилурацил в сравнении с препаратом Легалон при тетрахлорметановой модели токсического повреждения печени.

Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть исследования проводилась в лаборатории кафедры «Морфология, патология животных и биология» ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова. Объектом исследования были самцы белых крыс весом 180–200 г в возрасте 3–4 месяцев. Животные были разделены на 4 подопытные группы, по 8 животных в каждой группе. Исследования проводились в соответствии с Европейской директивой по защите животных, используемых в научных целях [4]. Животные содержались в виварии на стандартном рационе.

Токсический гепатит вызывали путем внутрибрюшинного введения 50%-ого раствора тетрахлорметана (CCl_4) на оливковом масле из расчета 1 мл на кг массы тела два раза в неделю в течение 20 дней. Коррекцию

токсического поражения печени, вызванного тетрахлорметаном, проводили препаратом Оксиметилурацил, в качестве препарата сравнения использовали препарат Легалон, препараты вводили перорально в дозе 50 мг на кг массы тела.

Состояние антиоксидантной защиты оценивали по каталазной активности сыворотки крови. Каталазную активность сыворотки крови крыс определяли по методу М.А. Королюка и др [5]. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов оценивали по содержанию диеновых конъюгатов (ДК) в сыворотке крови. Определение диеновых конъюгатов (ДК) в сыворотке крови определяли спектрометрическим методом [6]. Определение содержания малонового диальдегида проводили тиобарбитуровым методом [7].

Исследование показателей билирубина проводили с помощью набора реагентов фирмы «Диакон-ДС» [8].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы вариационной статистики Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе исследовали влияние препаратов Легалон и Оксиметилурацил на антиоксидантные показатели сыворотки крови при токсическом поражении печени. Результаты представлены в таблице 1.

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) — один из наиболее важных окислительных процессов в организме, который является основной причиной повреждения клеточных мембран. Одним из продуктов перекисного окисления являются диеновые конъюгаты [9,10].

Исходная концентрация диеновых конъюгатов в сыворотке крови составила у контрольной группы $8,26 \pm 1,05$ мкмоль/мл. После введения тетрахлорметана содержание в сыворотке крови диеновых конъюгатов увеличилось в 1,93 раза ($15,93 \pm 0,95$ мкмоль/мл) по сравнению с контролем. Повышенная концентрация диеновых конъюгатов в сыворотке крови свидетельствует о патологических процессах в организме, так как распад диеновых конъюгатов приводит к образованию вторичных продуктов перекисного окисления липидов, тем самым вызывая дальнейшую стимуляцию процессов свободнорадикального окисления. После коррекции токсического поражения печени препаратами Легалон и Оксиметилурацил наблюдали снижение уровня диеновых конъюгатов: на 30 и 23% после препарата Легалон и Оксиметилурацил соответственно. Это свидетельствует, что данные препараты ингибируют перекисное окисление липидов.

Также в процессе перекисного окисления липидов образуется малоновый диальдегид (МДА), накопление которого отражает степень окислительного стресса в организме [9, 10]. Оценка этого показателя выявила, что концентрация МДА у опытной группы 2 с вызванным

Таблица 1. Влияние препаратов Легалон и Оксиметилурацил на антиоксидантные показатели сыворотки крови при токсическом поражении печени ($M \pm m$)

Table 1. Effect of the drugs Legalon and Oxymethyluracil on the antioxidant parameters of blood serum in toxic liver damage ($M \pm m$)

Показатель	Опытная группа 1 (контрольная группа)	Опытная группа 2 (50%-ный раствор CCl_4)	Опытная группа 3 (Легалон)	Опытная группа 4 (Оксиметилурацил)
ДК (нмоль/мл)	$8,26 \pm 1,05$	$15,93 \pm 0,95^*$	$11,18 \pm 6,1^*$	$12,23 \pm 6,14^*$
МДА (ммоль/л)	$7,95 \pm 0,88$	$14,53 \pm 0,26^*$	$10,03 \pm 0,13^*$	$11,48 \pm 0,25^*$
Каталаза (ммоль/л)	$17,93 \pm 0,53$	$36,55 \pm 1,94^*$	$21,8 \pm 0,18^*$	$24,94 \pm 0,56^*$

* $P \leq 0,050$

Таблица 2. Показатели содержания билирубина в сыворотке крови белых крыс при моделировании токсического гепатита (ммоль/л)

Table 2. Indicators of bilirubin content in the blood serum of white rats in the simulation of toxic hepatitis (mmol/l)

Показатель	Опытная группа 1 (контрольная группа)	Опытная группа 2 (50%-ный раствор CCl_4)	Опытная группа 3 (Легалон)	Опытная группа 4 (Оксиметилурацил)
Общий билирубин	6,13±0,33	18,78±2,57*	10,68±0,24*	13,24±0,42*
Прямой билирубин	0,58±0,04	3,27±0,08*	0,94±0,03*	0,98±0,05*
Непрямой билирубин	5,55±0,23	15,51±0,42*	9,74±0,15*	12,26±0,42*

* $P \leq 0,050$

токсическим гепатитом повысилась в 1,8 раза по сравнению с контролем. Высокий уровень МДА в сыворотке крови свидетельствует об активности патологического процесса и рассматривается как компенсаторная реакция защиты организма. После коррекции препаратами Легалон и Оксиметилурацил наблюдали снижение концентрации малонового диальдегида в сыворотке крови: на 31 и 21% после препаратов Легалон и Оксиметилурацил соответственно.

При изучении активности каталазы было выявлено, что показатели каталазы у группы с токсическим повреждением печени повысились в 2,04 раза по сравнению с контролем. Функция каталазы заключается в защите организма от активных кислородсодержащих радикалов и перекиси водорода. После коррекции препаратами Легалон и Оксиметилурацил наблюдали снижение активности каталазы в сыворотке крови: на 40,2 и 31,8% после препаратов Легалон и Оксиметилурацил соответственно.

На следующем этапе исследования было проведено изучение показателей билирубина у опытных групп. Результаты исследования представлены в таблице 2.

При поражениях печени в гепатоцитах нарушается процесс конъюгации билирубина с глюкуроновой кислотой, что связано с некрозом печеночных клеток, закупоркой внутрипеченочных желчных канальцев густой желчью. Это ведет к повышению уровня связанного билирубина в крови.

Анализ данных, полученных в результате исследования, показал, что показатели общего билирубина у опытной группы 2 увеличились в 3,06 раза по сравнению с контрольной группой, средняя концентрация прямого билирубина повысилась в 5,63 раза, а непрямого били-

рубина — в 2,8 раза. После проведения лечебной терапии препаратами Легалон и Оксиметилурацил наблюдалось снижение показателей билирубина: показатели уровня общего билирубина снизились на 75% после препарата Легалон и на 30% — после препарата Оксиметилурацил, средняя концентрация прямого билирубина понизилась на 71 и 70%, а средняя концентрация непрямого билирубина — на 37 и 21% после препаратов Легалон и Оксиметилурацил соответственно.

Выводы

Таким образом, после вызванного экспериментального токсического гепатита у лабораторных крыс наблюдалось сбой в работе системы свободнорадикального окисления липидов. В организме наблюдаются повышение содержания диеновых конъюгатов и малонового диальдегида, что свидетельствует об активности патологического процесса и рассматривается как компенсаторная реакция защиты организма. Курсовое введение препаратов Легалон и Оксиметилурацил ингибировало перекисное окисление липидов и повысило антиоксидантный статус организма при экспериментальном токсическом гепатите. В результате хронического токсического повреждения печени, вызванного тетрахлорметаном, происходит изменение показателей пигментобразования печени. После лечебной терапии препаратами Легалон и Оксиметилурацил наблюдалось улучшение показателей билирубина вследствие снижения токсического эффекта, но в результате исследования было выявлено, что при сравнении гепатопротекторных свойств препаратов в условиях поражения печени тетрахлорметаном применение Оксиметилурацила менее эффективно, чем Легалона.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Баркова Д. А., Пудовкин Н.А., Салаутин В.В. Особенности свободно-радикального окисления липидов при хроническом циррозе печени // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2018, т. 234. №2, С.40-44. Barkova D. A., Pudovkin N. A., Salautin V. V. Features of free radical lipid oxidation in chronic liver cirrhosis // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2018, vol. 234. No. 2, p. 40-44.
2. Скупневский С.В., Кабоева Б.Н., Батагова Ф.Э., Джиоев И.Г. Влияние сезонных биоритмов на перекисное окисление липидов у крыс с интоксикацией тетрахлорметаном // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014, № 11-5, С.843-846. Skupnevsky S. V., Kaboeva B. N., Batagova F. E., Dzhiyev I. G. Influence of seasonal biorhythms on lipid peroxidation in rats with carbon tetrachloride intoxication // International Journal of Applied and Fundamental Research, 2014, no. 11-5, pp. 843-846.
3. Мышкин В.А., Еникеев Д.А. Оксиметилурацил и патология печени: экспериментальный аспект // Медицинский вест-

ник Башкортостана, 2009, Т.4, №2, С. 147-151. Myshkin V. A., Enikeev D. A. Oxymethyluracil and liver pathology: experimental aspect // Medical Bulletin of Bashkortostan, 2009, vol. 4, no. 2, pp. 147-151.

4. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance): European Commission: Brussels. 2010.

5. Королюк, М.А. Метод определения активности каталазы [Текст] / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова и др. // Лабораторное дело. - 1988. - №1. - С. 16-19. Koroljuk M. A. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy / M. A. Koroljuk, L. I. Ivanova, I. N. Majorova // Laboratornoe delo. 1988. no. pp. 16-18.

6. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Методы определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии. - М.: Медицина. - 1977. С. 63 - 64.

Stal'naya I. D., Garishvili T. G. Methods for determining the diene conjugation of unsaturated higher fatty acids / I. D. Stal'naya, T. G. Garishvili // Modern methods in biochemistry. - M.: Meditsina. - 1977. p. 63-64.

7. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения мало-

нового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии / Под ред. В.Н. Орехович. — Москва: Медицина, 1977. — С. 66–68.

Stal'naya I. D., Garishvili T. G. Method for the determination of malondialdehyde using thiobarbituric acid // Modern methods in biochemistry / Edited by V. N. Orekhovich. - Moscow: Meditsina, 1977. - p. 66–68.

8. Прохорова Т.М., Алексеев А.А. Изменение поведения и показателей билирубина у лабораторных крыс при хроническом токсическом гепатите // Вестник Бурятской сельскохозяйственной академии им. Филиппова. – 2020. - №1. - С 121-126. Prokhorova T. M., Alekseev A. A. Change in behavior and indicators of bilirubin in laboratory rats with chronic toxic hepatitis // Bulletin of the Buryat Agricultural Academy. Filippova. - 2020. - No. 1. - From 121-126.

9. Пудовкин Н.А., Салаутин В.В., Прохорова Т.М. Влияние

различных стресс-факторов на свободнорадикальное окисление липидов и поведение белых крыс // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2017, №3 (35). С. 3-7.

Pudovkin N. A., Salautin V. V., Prokhorova T. M. Influence of various stress factors on free-radical lipid oxidation and behavior of white rats. 2017, No. 3 (35). pp. 3-7.

10. Поперечнева Т.Ю., Кутепова И.Ю. Пудовкин Н.А. Кутепов А.Ю. Физиологическое и токсическое влияние различных доз ДАФС-25 на антиоксидантную систему защиты организма белых крыс // Вопросы нормативно-правового регулирования ветеринарии, 2010, №4, С. 110-112.

Poperechneva T. Yu., Kuteпова I. Yu. Pudovkin N. A. Kuteпов A. Yu. Physiological and toxic effect of various doses of DAFS-25 on the antioxidant system of protection of the body of white rats / / Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya veterinarii, 2010, No. 4, pp. 110-112.

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Раствор фукоидана ускоряет процесс заживления ожоговых ран у крыс

Учеными Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт» было проведено исследование антибактериальных свойств фукоидана, выделенного из бурых водорослей рода фукус («морской дуб»), произрастающих у побережья Баренцева моря. Сотрудники НИЦ выделили данное соединение при помощи обработки раствором этилового спирта и воздействия ультразвуком. Содержание в «морском дубе» фукоидана составило 10%.

По мнению исследователей, выделенное соединение нетоксично и позволяет бороться с инфекциями, не нарушая естественную микрофлору организма. Фукоиданы являются перспективным компонентом для использования в медицине и пищевой промышленности. В частности, фукус показал себя как средство, сдерживающее рост раковых опухолей у животных.

Ранее группе ученых института совместно с сотрудниками Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи имени Джанелидзе удалось в рамках экспериментального исследования выяснить, что процесс заживления ожоговых ран у крыс протекает интенсивнее при использовании препаратов, приготовленных из бактериальной целлюлозы, дополнительно пропитанной раствором фукоидана.



Американские ученые разработали метод восстановления повреждений костей и кожи

Ученые Университета штата Пенсильвания (США) разработали метод лечения травм при помощи 3D-печати твердых и мягких тканей одновременно. Исследователям удалось в течение нескольких минут запечатать отверстия в черепах и на коже подопытных крыс, используя 2 типа биочернил. Технология метода предполагает объединение двух способов биопечати: твердая ткань печатается методом экструзии, а мягкая — наносится в виде капель. Чернила твердой ткани состоят из коллагена, хитозана, наногидроксиапатита, ряда других соединений и главного компонента — мезенхимальных стволовых клеток, со временем превращающихся в костную ткань. Чернила мягких тканей печатаются слоями. Коллаген и фибриноген чередуются с соединениями, усиливающими склеивание и рост ткани, при этом между костью и кожей наносится барьерный слой, предотвращающий просачивание клеток кожи в кость.

На текущий момент ученые провели несколько десятков операций по восстановлению повреждений костей черепа и кожи крыс. В результате тесты показали, что мягкие ткани на месте «заплатки» восстанавливаются на 100% в течение 4 недель, однако скорость восстановления костной ткани при такой комплексной печати несколько замедляется. По мнению исследователей, исправить ситуацию можно, добавив к биочернилам соединения, стимулирующие образование кровеносных сосудов. Это улучшит кровоток в кости и, соответственно, ускорит ее заживление.

В ближайшем будущем ученые планируют перейти к экспериментам на более крупных животных.

УДК 619:616:578.834.1-091:636.8.053

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-21-24>

Оригинальное исследование/Original research

**Субботина И.А.,
Громов И.Н.,
Куприянов И.И.**

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 210026, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, Республика Беларусь
E-mail: irin150680@mail.ru; gromov_igor@list.ru

Ключевые слова: кошки, коронавирус, SARS-CoV-2, патологоанатомические изменения, гистологическое исследование

Для цитирования: Субботина И.А., Громов И.Н., Куприянов И.И. Патоморфология спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 у котят породы мейн-кун. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 21–24.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-21-24>

Конфликт интересов отсутствует

**Irina A. Subotina,
Igor N. Gromov,
Ilarion I. Kupryianov**

EE «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine», 210026, Belarus, Vitebsk, Dovatora str., 7/11

Key words: cats, coronavirus, SARS-CoV-2, pathoanatomical changes, histological examination

For citation: Subotina I.A., Gromov I.N., Kupryianov I.I. Pathomorphology of spontaneous coronaviral infection with SARS-CoV-2 in maine coon kittens. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 21–24. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-21-24>

There is no conflict of interests

Патоморфология спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 у котят породы мейн-кун

РЕЗЮМЕ

Патологоанатомическая диагностика является обязательным и одним из важнейших методов диагностики болезней животных. Грамотное использование приемов патологоанатомической и гистологической диагностики позволяет в предельно короткие сроки поставить правильный предварительный диагноз, исключить осложняющие болезни, своевременно провести дополнительные лабораторные исследования. В то же время патоморфологические изменения в организме животных при новой зоонозной болезни — COVID-19 — изучены недостаточно или вообще не изучены. В данной работе описаны патологоанатомические процессы и гистологические изменения у котят породы мейн-кун при спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2. Полученные результаты исследований оформлены в виде развернутого патологоанатомического и гистологического диагнозов. Установлено, что ведущие структурные изменения в организме котят характеризуются развитием врожденной и постнатальной гипотрофии, преобладанием глубоких нарушений со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем: альвеолярная эмфизема передних и средних долей легких с участками ателектаза и мелкоочаговой интерстициальной пневмонии в них, ателектаз каудальных долей легких (у котят 1–2 дневного возраста); альвеолярная эмфизема, отек («карминовые легкие») легких, крупноочаговая интерстициальная пневмония, склеротизация легких с локализацией в диафрагмальных долях (в 10–14-дневном возрасте); острое расширение сердца; острая венозная гиперемия и отек внутренних органов; выраженное посмертное свертывание крови в полостях сердца, крупных артериях и венах. Осложняющими процессами являются зернистая и мелкокапельная жировая дистрофия паренхиматозных органов, развитие которых, по-видимому, обусловлено сочетанием гемодинамических нарушений, длительной гипоксии и интоксикации организма животных. Учитывая тяжесть и глубину структурных нарушений, прежде всего в легких новорожденных животных, можно сделать вывод о возможном вертикальном (трансплацентарном) заражении котят.

Pathomorphology of spontaneous coronaviral infection with SARS-CoV-2 in maine coon kittens

ABSTRACT

Pathological diagnostics is a mandatory and one of the most important methods for diagnosing animal diseases. Competent use of the methods of pathological and histological diagnostics allows in the shortest possible time to make the correct preliminary diagnosis, to carry out complicating diseases, and additional laboratory tests in a timely manner. At the same time, the pathological and morphological changes in the body of animals with a new zoonotic disease, COVID-19, have not been sufficiently studied or are not studied at all. This paper describes the pathological processes and histological changes in maine coon kittens with spontaneous SARS-CoV-2 coronavirus infection. The obtained research results are presented in the form of detailed pathological and histological diagnoses. It has been established that the leading structural changes in kittens' bodies are characterized by the development of congenital and postnatal malnutrition, the predominance of profound disorders of the respiratory and cardiovascular systems: alveolar emphysema of the anterior and middle lobes of the lungs with areas of atelectasis and small focal interstitial pneumonia in them, atelectasis of the caudal lobes of the lungs (in kittens 1–2 days of age); alveolar emphysema, edema ("carmine lungs") of the lungs, large-focal interstitial pneumonia, sclerotization of the lungs with localization in the diaphragmatic lobes (at 10–14 days of age); acute expansion of the heart; acute venous hyperemia and edema of internal organs; pronounced postmortem blood coagulation in the cavities of the heart, large arteries and veins. Complicating processes are granular and small-droplet fatty degeneration of parenchymal organs, the development of which, apparently, is due to a combination of hemodynamic disturbances, prolonged hypoxia and intoxication of the animal body. Considering the severity and depth of structural disorders, primarily in the lungs of newborn animals, it can be concluded that the kittens are infected vertically (transplacentally).

Поступила: 22 марта
После доработки: 29 марта
Принята к публикации: 10 апреля

Received: 22 March
Revised: 29 March
Accepted: 10 April

Введение

В настоящий момент основные усилия медицинских работников и естествоиспытателей всех уровней направлены на борьбу с пандемией COVID-19, начавшейся в конце 2019 г. и продолжающейся до сих пор. Зафиксированные в последние два десятилетия крупномасштабные вспышки зоонозных коронавирусных инфекций среди людей (тяжелый острый респираторный синдром — ТОРС (SARS); ближневосточный респираторный синдром — БВРС (MERS); тяжелый острый респираторный синдром 2 — COVID-19) и сельскохозяйственных животных (синдром острой диареи свиней — SADS-CoV) обуславливает более пристальное внимание научного сообщества к проблеме коронавирусов (CoVs). Эти возбудители хорошо известны своей способностью менять тканевую тропизм и преодолевать межвидовые барьеры вследствие высокой склонности к мутациям. Яркими примерами служат SARS- и MERS-CoVs, естественными резервуарами которых являются летучие мыши, а в качестве случайных хозяев были вовлечены пальмовые цвететты, енотовидные собаки, китайские барсуки, хорьки или верблюды, которые способствовали распространению SARS- и MERS-CoVs среди людей [1]. Большая часть коронавирусов имеет ограниченный круг хозяев, однако такие бета-вирусы, как вирус крупного рогатого скота и ТОРС, могут заражать животных других видов, как домашних, сельскохозяйственных, так и диких. Исходя из вышеописанного, отсутствие строгой видоспецифичности у нового коронавируса SARS-CoV-2 — довольно объяснимый процесс. На сегодняшний день доказана его патогенность не только для человека, но и для различных видов животных, среди которых наиболее восприимчивыми к данному вирусу оказались хорь, норка европейская, кошка домашняя и различные дикие представители семейства кошачьих. У данных видов животных развивается довольно тяжелое заболевание с ярко выраженной клинической картиной, нередко наблюдается смерть животных [2, 3, 4]. Помимо вышеописанных видов животных к данному вирусу восприимчивы собаки, енотовидные собаки, кролики, есть данные о заражении (экспериментальном) свиней, крупного и мелкого рогатого скота. Однако данные о клиническом проявлении заболевания малочисленны либо отсутствуют. Описание патологоанатомической картины и гистологических изменений при данной патологии также отсутствует. Проведенные ранее собственные исследования по изучению циркуляции SARS-CoV-2 среди поголовья различных видов животных позволили выявить случаи инфицирования данным вирусом в питомнике по разведению кошек породы мейн-кун. У данных животных отмечалась яркая клиническая картина, наблюдался падеж животных. Это и явилось причиной выбора цели настоящей работы.

Цель исследований — установление ведущих патологоанатомических процессов и гистологических изменений у котят породы мейн-кун при спонтанной коронавирусной инфекции SARS-CoV-2.

Методика

В качестве материала для исследований использовали трупы павших в 1–2-дневном и 10–14-дневном возрасте котят породы мейн-кун. Согласно анамнестическим данным, полученным от заводчиков, в ноябре–декабре 2020 г. и январе–феврале 2021 г. в частных питомниках участились случаи аборт и рождения слабых, нежизнеспособных котят (в общем количестве у 6 кошек) и гибели котят и плодов на различных сроках

развития (в общем количестве 26 котят (плодов)). Ранее (в период весны и осени 2020 г.) у отдельных животных питомников (23 животных) наблюдались повышенная заболеваемость и падеж животных с признаками гнойного ринита и поражения легких (3 котенка в возрасте 3–6 месяцев). В эти же сроки заводчики переболели COVID-19 с лабораторным подтверждением в ПЦР. Был проведен отбор проб (смаз со слизистых оболочек ротовой и носовой полостей, слизистой оболочки прямой кишки) у животных данных популяций и проведено исследование методом ПЦР на предмет выделения РНК SARS-CoV-2. Всего был отобран биологический материал (смаз) у 50 животных 4 возрастных групп (котят первого месяца жизни, котят от 1 до 3 месяцев жизни, котят от 3 месяцев до 1 года и взрослое поголовье). У 5 животных (10% от общего количества обследованных животных) были получены положительные результаты ПЦР (2 пробы от котят первого месяца жизни, 3 пробы от взрослых животных (в том числе у одной абортировавшей кошки)). Для проведения ПЦР использовались высокочувствительные и высокоспецифичные наборы тест-систем отечественного производства (фирмы «АртБиоТех», г. Минск), предназначенные для выделения РНК вируса SARS-CoV-2 в биологическом материале с использованием метода ОТ-ПЦР (RT-PCR) — ПЦР-тест с обратной транскриптазой.

При вскрытии трупов павших котят (с подтвержденным исследованием на предмет выделения вируса SARS-CoV-2) учитывали характер и тяжесть патоморфологических изменений, оформляли патологоанатомический диагноз, проводили макрофотографирование при естественном освещении. Вскрытие трупов проводили в специально оборудованных помещениях с соблюдением личной и биобезопасности, с последующим обезвреживанием и утилизацией биоматериала, дезинфекцией помещения и инструмента. Для гистологического исследования отбирали кусочки легких, печени, почек, сердца и селезенки, кусочки органов фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина и жидкости Карнуа, а затем подвергали уплотнению путем заливки в парафин. Гистологические срезы готовили на санном микротоме. Их окрашивали гематоксилин-эозином и по Брассе. Исследование проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6», цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и преобразовке изображения «ScopePhoto». Структурные изменения в строении и паренхиме органов учитывали с учетом руководства В.П. Шурафина и атласа по патологической анатомии COVID-19 [5, 6, 7, 8, 9].

Результаты

При внешнем осмотре трупов павших животных не было отмечено каких-либо явных патологических признаков и изменений, истечения из глаз, ротовой и носовой полости, ануса отсутствовали. Полученные результаты исследований при проведении вскрытия трупов животных нами оформлены в виде развернутого патологоанатомического и гистологического диагнозов.

Патологоанатомический диагноз у котят 1–2-дневного возраста: альвеолярная эмфизема передних и средних долей легких с участками ателектаза и мелкоочаговой пневмонии в них. Ателектаз каудальных долей легких (рис. 1). Передние и средние доли легких не спавшиеся, форма не изменена. Консистенция мягкая, «пушистая». На светло-розовом фоне паренхимы в со-

стоянии эмфиземы выделяются неправильной формы участки ателектаза красно-коричневого цвета и воспаленные фрагменты темно-красного цвета. Диафрагмальные доли спавшиеся, красно-коричневого цвета, напоминают печень. Овоздушенные участки паренхимы здесь выглядят как очаги просветления. Кусочки легких в состоянии эмфиземы плавают на поверхности воды, а в области пневмонии и ателектаза — тонут. Острое расширение сердца («круглое сердце»). Выраженное посмертное свертывание крови в полостях сердца, крупных артериях и венах. Учитывая глубокие структурные изменения в легких, развитие признаков асфиксии, парадоксальным выглядит формирование выраженных посмертных свертков крови не только в полостях сердца и крупных артериях, но и венах различного калибра. По нашему мнению, это связано с системным нарушением баланса свертывающей и противосвертывающей систем крови в сторону тромбообразования, играющем важную роль в патогенезе COVID-19 у человека и живот-

ных. Зернистая и жировая дистрофия печени (рис. 1) и почек — морфологический эквивалент интоксикации организма. Гипотрофия (врожденная).

Патологоанатомический диагноз у котят 10–14-дневного возраста: альвеолярная эмфизема, отек («карминовые легкие») и кровоизлияния в легких, очаговая пневмония с локализацией в диафрагмальных долях (рис. 2). Легкие не спавшиеся, форма не изменена, консистенция мягкая, тестоватая. Фоновый цвет розово-красный, «карминовый». Хорошо заметны подкапсулярные мелкопятнистые кровоизлияния. Небольшой размер воспаленных участков не позволяет определить характер пневмонии. Здесь необходимо проведение гистологического исследования легких. Острое расширение предсердий и правого желудочка («легочное сердце»), системы легочных вен. Жировая дистрофия миокарда («тигровое сердце»). Выраженное посмертное свертывание крови в полостях сердца, крупных артериях и венах. Жировая дистрофия с выраженным оте-

Рис. 1. Макрофото. Патологоанатомические изменения у 1-дневного котенка: ателектаз (а) и эмфизема (э) легких, очаговая пневмония (п), жировая дистрофия печени (ждп)

Fig. 1. Macrophoto. Pathoanatomical changes in a 1-day-old kitten: atelectasis (a) and emphysema (э) of the lungs, focal pneumonia (п), fatty liver dystrophy (ждп)

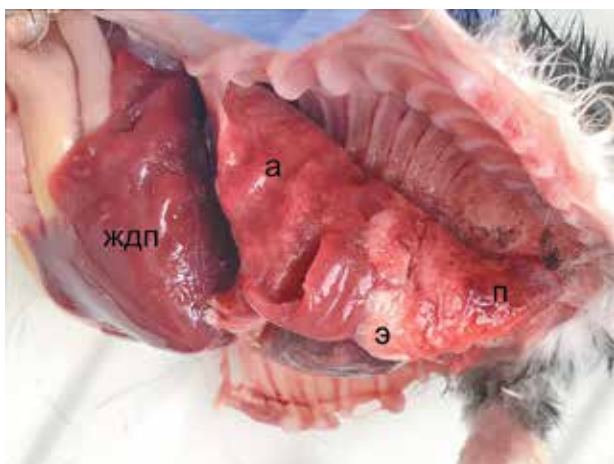


Рис. 2. Макрофото. Патологоанатомические изменения у 10-дневного котенка: отек легких (ол), пневмония (п), жировая дистрофия печени (ждп), острая венозная гиперемия почек (овгп)

Fig. 2. Macrophoto. Pathoanatomical changes in a 10-day-old kitten: pulmonary edema (ол), pneumonia (п), fatty liver dystrophy (ждп), acute venous hyperemia of the kidneys (овгп)

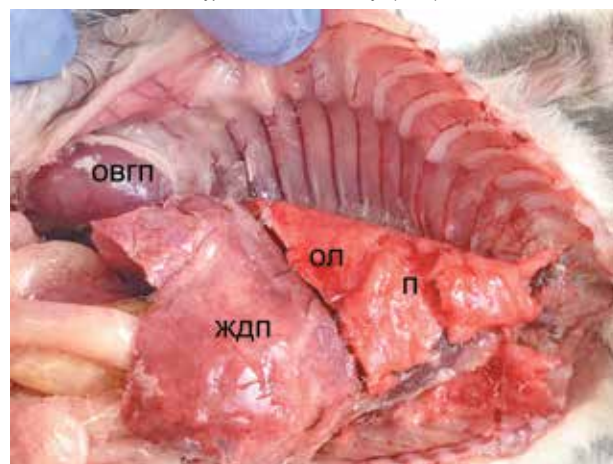


Рис. 3. Микрофото. Легкие 1-дневного котенка. Лимфоидно-макрофагальные пролифераты (лмп), фибрин (ф), слущенный эпителий (сэ), гиалиновые мембраны (гэ) в альвеолах, эмфизема (э). Гематоксилин-эозин. Ув.: x 120

Fig. 3. Microphoto. The lungs of a 1-day-old kitten. Lymphoid-macrophage proliferates (лмп), fibrin (ф), exfoliated epithelium (сэ), hyaline membranes (гэ) in the alveoli, emphysema (э). Hematoxylin-eosin. Mag.: x 120

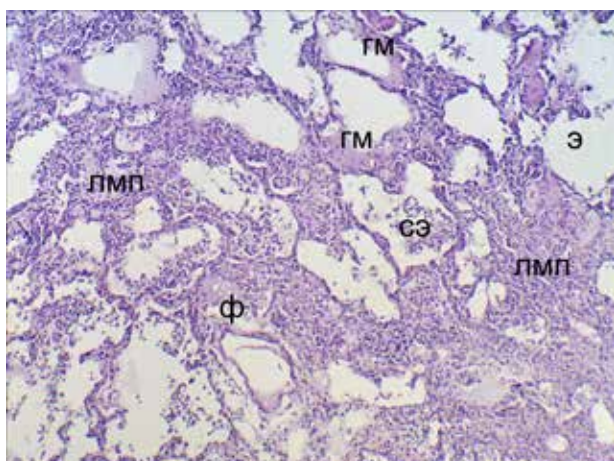
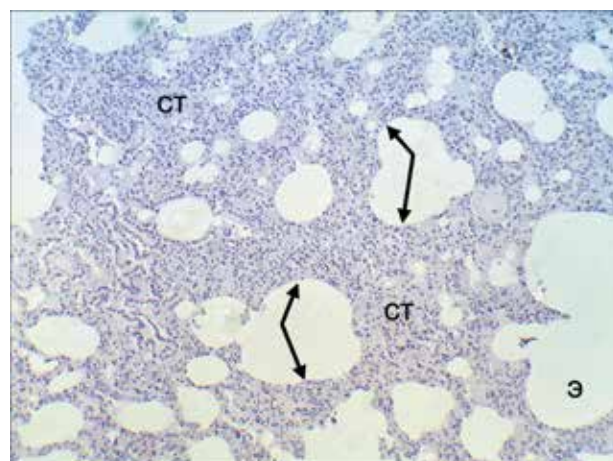


Рис. 4. Микрофото. Легкие 10-дневного котенка. Разрастание соединительной ткани (ст), эмфизема (э), альвеолярный эпителий отсутствует (стрелки). Гематоксилин-эозин. Ув.: x 120

Fig. 4. Microphoto. The lungs of a 10-day-old kitten. Connective tissue overgrowth (ст), emphysema (э), no alveolar epithelium (pointers). Hematoxylin-eosin. Mag.: x 120



ком печени и острая венозная гиперемия почек (рис. 2). Гипотрофия (врожденная, постнатальная).

Гистологический диагноз у котят 1–2-дневного возраста: легкие (рис. 3) — участки ателектаза (альвеолярный эпителий кубический, в норме — плоский), выраженный серозный отек интерстициальной ткани и паренхимы, некроз и десквамация альвеолярного эпителия, наличие в просвете альвеол «сеточки» фибрина, фрагментов некротизированного эпителия и эозинофильных гиалиновых мембран, обширные лимфоидно-макрофагальные перибронхиты и периваскулиты, альвеолярная эмфизема (истончение и разрыв стенок альвеол); печень — зернистая дистрофия гепатоцитов, участки некробиоза паренхимы; почки — серозный отек, зернистая дистрофия эпителия мочеобразующих канальцев; селезенка — множественные очаги экстрамедуллярного кроветворения (эритро- и миелобласты, мегакариоциты), гиперемия синусоидных капилляров, лимфоидная гиперплазия белой пульпы; сердце — серозный отек миокарда.

Гистологический диагноз у котят 10–14-дневного возраста: легкие (рис. 4) — резко выраженное разрастание междольковой и межальвеолярной соединительной ткани, лимфоидно-макрофагальные перибронхиты и периваскулиты, формирование узелковой лимфоидной ткани, обширные участки альвеолярной эмфиземы, атрофия или отсутствие альвеолярного эпителия; печень — тотальная мелкокапельная жировая дистрофия, выраженный отек (расширение пространств Диссе); почки — венозная гиперемия, серозный отек клубочков

и межканальцевой соединительной ткани; сердце — серозный отек миокарда; селезенка — выраженная лимфоидная гиперплазия белой пульпы.

Выводы

Таким образом, ведущие патоморфологические изменения в организме котят породы мейн-кун, спонтанно инфицированных коронавирусом SARS-CoV-2, характеризуются развитием врожденной и постнатальной гипотрофии, преобладанием глубоких нарушений со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В легких наблюдается альвеолярная эмфизема с участками ателектаза и мелкоочаговой интерстициальной пневмонии в них (у котят 1–2-дневного возраста); альвеолярная эмфизема и отек («карминовые легкие»), крупноочаговая интерстициальная пневмония, склеротизация с локализацией в диафрагмальных долях (в 10–14-дневном возрасте). Наблюдается острое расширение сердца; острая венозная гиперемия и отек внутренних органов; выраженное посмертное свертывание крови в полостях сердца, крупных артериях и венах. Осложняющими процессами являются зернистая и мелкокапельная жировая дистрофия паренхиматозных органов, развитие которых, на наш взгляд, обусловлено сочетанием гемодинамических нарушений, длительной гипоксии и интоксикации организма животных. Учитывая тяжесть и глубину структурных нарушений, прежде всего в легких новорожденных животных, можно сделать вывод о вертикальном (трансплацентарном) заражении котят.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Current status of epidemiology, diagnosis, therapeutics, and vaccines for novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). Ahn DG [et al.] J Microbiol Biotechnol. 2020; 30(3): 313–324.
2. OIE Technical Factsheet on Infection with SARS-CoV-2 in Animals https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf
3. Centres for Disease Control COVID-19 and Animals <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html>
4. Oreshkova, N., Molenaar, R. J., et al. (2020). SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April 2020. BioRxiv doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.18.101493>.
5. Патологическая анатомия сельскохозяйственных животных. Практикум : учеб. пособие / В. С. Прудников, В. В. Малашко, А. И. Жуков, С. П. Герман, И. Н. Громов // Минск : ИВЦ Минфина, 2018. — С. 6–11. [Patologicheskaya anatomiya sel'skoxozyajstvenny'x zhivotny'x. Praktikum : ucheb. posobie / V. S. Prudnikov, V. V. Malashko, A. I. Zhukov, S. P. German, I. N. Gromov // Minsk : IVCz Minfina, 2018. — S. 6–11. (In Russ.).]
6. Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : учеб.-метод. пособие / И. Н. Громов, В. С. Прудников, П. А. Красочко, Н. С. Мотузко,

Д. О. Журов. — Витебск : ВГАВМ, 2020. — 64 с. [Otbor obrazczov dlya laboratornoj diagnostiki bakterial'ny'x i virusny'x boleznej zhivotny'x : ucheb.-metod. posobie / I. N. Gromov, V. S. Prudnikov, P. A. Krasochko, N. S. Motuzko, D. O. Zhurov. — Vitebsk : VGAVM, 2020. — 64 s. (In Russ.).]

7. Микроскопическая техника: Руководство / Д. С. Саркисов [и др.] ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. — М. : Медицина, 1996. — С. 14–25, 36–50. [Mikroskopicheskaya texnika: Rukovodstvo / D. S. Sarkisov [i dr.] ; pod red. D. S. Sarkisova, Yu. L. Petrova. — M. : Medicina, 1996. — S. 14–25, 36–50. (In Russ.).]

8. Шуравин, П. В. Описание гистологических препаратов : Руководство (Simple Pathology) / П. В. Шуравин. — Москва, 2020. — С. 5–14, 32–34, 64–70, 73–74, 77–82, 128, 135–136, 139. [Shuravin, P. V. Opisanie gistologicheskix preparatov : Rukovodstvo (Simple Pathology) / P. V. Shuravin. — Moskva, 2020. — S. 5–14, 32–34, 64–70, 73–74, 77–82, 128, 135–136, 139. (In Russ.).]

9. Патологическая анатомия COVID-19 : Атлас / О. В. Зайратьянц, М. В. Самсонова, Л. М. Михалева, А. Л. Черняев, О. Д. Мишнев, Н. М. Крупнов, Д. В., Калинин ; под общ. ред. О. В. Зайратьянца. — Москва, ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. — 142 с. [Patologicheskaya anatomiya COVID-19 : Atlas / O. V. Zajrat'yancz, M. V. Samsonova, L. M. Mixaleva, A. L. Chernyaev, O. D. Mishnev, N. M. Krupnov, D. V., Kalinin ; pod obshh. red. O. V. Zajrat'yancza. — Moskva, GBU «NIIOZMM DZM», 2020. — 142 s. (In Russ.).]

УДК 636.09:616.98: 578.82/.83

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-25-27>

Оригинальное исследование/Original research

Мухин А.Н.^{1,2},
Южаков А.Г.^{2,3},
Селезнева Е.В.^{2,3},
Дроздова Е.И.³,
Верховский О.А.¹,
Алипер Т.И.^{2,3}

¹ АНО «Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных», 123098, г. Москва, ул. Гамалеи, д. 16, стр. 2

² ООО «Ветбиохим», 105120, Москва, 3-й Сыромятнический пер., д. 3/9, стр. 2

³ ФГБНУ «Федеральный научный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», 109428, г. Москва, Рязанский проспект, д. 24, к. 1
E-mail: amuhin@yahoo.com, anton_oskol@mail.ru

Ключевые слова: вирусная геморрагическая болезнь кроликов, вирус геморрагической болезни кроликов 2-го генотипа, ИФА, ОТ-ПЦР, определение нуклеотидной последовательности

Для цитирования: Мухин А.Н., Южаков А.Г., Селезнева Е.В., Дроздова Е.И., Верховский О.А., Алипер Т.И. Вспышка заболевания, вызванная вирусом геморрагической болезни кроликов 2-го генотипа на территории РФ. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 25–27.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-25-27>**Конфликт интересов отсутствует**

Alexey N. Mukhin^{1,2},
Anton G. Yuzhakov^{2,3},
Ekaterina V. Selezneva^{2,3},
Elena I. Drozdova³,
Oleg A. Verkhovsky¹,
Taras I. Aliper^{2,3}

¹ Independent Non-Profit Organization "Diagnostic and Prevention Research Institute for Human and Animal Diseases", 16 Gamalei st., Moscow, 123098

² "Vetbiochem ООО" (Limited Liability Company), 3/9-2 3-j Syromyatnicheskij per. st., Moscow, 105120

³ Federal Scientific Centre VIEV, 24-1 Ryazanskij prospect st., Moscow, 109428

Key words: rabbit haemorrhagic disease, rabbit haemorrhagic disease type 2 virus, ELISA, OT-PCR, nucleotide sequence

For citation: Mukhin A.N., Yuzhakov A.G., Selezneva E.V., Drozdova E.I., Verkhovsky O.A., Aliper T.I. Outbreak of the disease caused by the rabbit hemorrhagic disease virus 2 in the Russian Federation. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 25–27. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-25-27>**There is no conflict of interests**

Вспышка заболевания, вызванная вирусом геморрагической болезни кроликов 2-го генотипа на территории РФ

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Вирус геморрагической болезни кроликов 2-го типа (ВГБК-2) (rabbit hemorrhagic disease virus (RHDV GI2, RHDV-2)) впервые был обнаружен в 2010 году во Франции и быстро распространился по европейским странам. В отличие от штаммов первой генотипической группы, RHDV GI2 поражает и кроликов моложе двух месяцев, а также различные виды зайцев. Кроме того, RHDV GI2 вызывает гибель кроликов, вакцинированных вакцинами, изготовленными на основании вирусов геморрагической болезни 1-го генотипа. Летом 2019 года в приусадебном хозяйстве в Тульской области произошла вспышка заболевания кроликов, характеризующаяся внезапной гибелью кроликов разных возрастных групп. Целью нашей работы было обнаружение и получение молекулярно-генетической характеристики возбудителя.

Методы. Образцы патологического материала от павших животных были исследованы в ИФА с целью выявления антигена ВГБК и в ОТ-ПЦР с использованием пары праймеров, амплифицирующих фрагмент длиной 510 нуклеотидов, включающий участки генов VP1 и VP60. В дальнейшем проводили секвенирование по Сэнгеру на геномном анализаторе AB3130, компьютерный анализ полученных последовательностей и построение филогенетических дендрограмм.

Результаты. Лабораторные исследования образцов печени павших животных в ИФА и ОТ-ПЦР показали наличие антигена и РНК вируса геморрагической болезни кроликов. Анализ нуклеотидной последовательности участка генома длиной 470 пар оснований, содержащего 5-концевой участок гена VP1 и 3-концевой участка гена VP60, показал, что выявленный вирус принадлежит к ВГБК 2-го генотипа. Наиболее близкими к нему оказались последовательности вирусов из США, Франции и Польши, выделенные в период 2016–2020 годов. В аминокислотной последовательности белка VP60 выявленный вирус содержит замену А46Т (аланин на треонин в позиции 46), что может влиять на конформацию капсидного белка, и как следствие, антигенную структуру вируса.

Outbreak of the disease caused by the rabbit hemorrhagic disease virus 2 in the Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Rabbit haemorrhagic disease virus type 2 (RHDV-2, GI2,) was first detected in 2010 in France and quickly spread across European countries. Unlike strains of the first genogroup, RHDV GI2 also affects rabbits under 2 months old, as well as various types of hares. In addition, RHDV GI2 causes the death of rabbits vaccinated with vaccines based on type 1 hemorrhagic disease viruses. The rabbit hemorrhagic disease virus 2 (RHDV-2) was detected during an outbreak of the disease, characterized by the sudden death of rabbits of different age groups, in the summer of 2019 in a private farm in the Tula region, Russia. The purpose of this study was to detect and obtain the molecular genetic characteristics of the pathogen.

Methods. The ELISA was used for the detection of RHDV antigen in samples of pathological material from dead animals. The presence of RHDV RNA was determined by the method of reverse transcription/polymerase chain reaction (RT/PCR) using pair of specific primers for the regions of the VP1 and VP60 genes. The Sanger sequencing reaction was performed and obtained nucleotide sequences were analyzed.

Results. Antigen and RNA of the rabbit haemorrhagic disease virus were detected by ELISA and RT-PCR in laboratory studies of the liver of dead animals. Analysis of the nucleotide sequence of a 470 base pair region of the genome, containing the 5' terminal region of the VP1 gene and the 3' terminal region of the VP60 gene, showed that the detected virus belongs to RHDV-2. Phylogenetic analysis revealed that the closest to it were the sequences of RHDV-2 from the USA, France and Poland isolated in the 2016–2020. The VP60 amino acid sequence of detected virus contained the A46T substitution (alanine for threonine at position 46), which can affect the conformation of the capsid protein and, as a consequence, the antigenic structure of the virus.

Поступила: 1 апреля
После доработки: 17 апреля
Принята к публикации: 18 апреля

Received: 1 April
Revised: 17 April
Accepted: 18 April

Введение

Вирусная геморрагическая болезнь кроликов (ВГБК) — остро протекающая высококонтагиозная болезнь, характеризующаяся явлениями геморрагического диатеза во всех органах, в особенности в легких и печени, возбудителями которой являются вирусы, относящиеся к семейству *Caliciviridae*, роду *Lagovirus*.

В настоящее время выделяют 4 геногруппы лаговировусов, две патогенные: GI1 (GI1a–GI1d) и GI2, и две не патогенные: GI3 и GI4 [3].

Вирус геморрагической болезни кроликов 2-го типа (ВГБК-2) (rabbit hemorrhagic disease virus (RHDV GI2, RHDV-2)) впервые был обнаружен в 2010 году во Франции [2] и быстро распространился по европейским странам.

В отличие от штаммов первой геногруппы, RHDV GI2 поражает и кроликов моложе двух месяцев, а также различные виды зайцев [1, 7]. Кроме того, RHDV GI2 вызывает гибель кроликов, вакцинированных вакцинами, изготовленными на основании вирусов геморрагической болезни 1-го генотипа.

Данные особенности позволили RHDV GI2 заместить RHDV GI1, вызывая разрушительные вспышки и быстро становясь эндемичным в Европе, Азии, Африке и Австралии. В последнее время из-за более широкого спектра хозяев RHDV-2 стал эндемичным также для дикой фауны Северной и Центральной Америки [4, 5].

Секвенирование гена VP60 показало, что ВГБК-2 представляет собой новую филогенетическую группу, попадающую между европейскими и австралийскими непатогенными штаммами, с идентичностью 80–82% с другими лаговир usernameами [2].

Сотрудниками ФГБНУ ФИЦВИМ сообщалось о как минимум трех случаях выявления вирусов данного генотипа на территории РФ [8].

Летом 2019 года в приусадебном хозяйстве в Тульской области произошла вспышка заболевания кроликов, характеризующаяся внезапной гибелью кроликов разных возрастных групп, включая животных, ранее вакцинированных ассоциированной вакциной против миксоматоза и вирусной геморрагической болезни кроликов, и новорожденных крольчат.

Целью нашей работы было обнаружение и получение молекулярно-генетической характеристики возбудителя.

Материалы и методы

Образцы. От павших животных были отобраны образцы патологического материала.

ИФА. Для выявления антигена ВГБК в патматериале использовали ИФА тест-систему INgezim RHDV DAS 1.7.RHD.K.2 (Ingenaza, Испания).

В соответствии с рекомендациями производителя исследовали 10%-ную суспензию образцов печени.

ПЦР и секвенирование. Для выделения тотальной РНК готовили 10%-ные суспензии образцов печени кроликов, полученные гомогенизацией проб в стерильном PBS и подвергали центрифугированию при 13200 об/мин в течение 5 мин. Выделение РНК проводили при помощи «Набора для выделения РНК» (ООО «Ветбиохим», Россия) по методике производителя.

Наличие РНК вируса геморрагической болезни кроликов определяли методом обратной транскрипции — полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР) с использованием пары праймеров, разработанных Pawlikowska с соавторами [6], амплифицирующих фрагмент длиной 510 нуклеотидов, включающий участки генов VP1 и VP60. ОТ-ПЦР проводили с помощью набора «One-tube real-time RT-PCR kit» (АльфаФермент, Россия). Детекцию продуктов амплификации проводили в 1%-ном агарозном геле. Нарботанные в ОТ-ПЦР фрагменты выделяли из геля при помощи набора «Cleanup Mini» (Евроген, Россия). Секвенирование по Сэнгеру проводили при помощи праймеров для ОТ-ПЦР и набора реагентов «Big Dye® Terminator v.3.1 Cycle Sequencing Kit» (Applied Biosystems, США) по методике производителя на геномном анализаторе AB3130 (Applied Biosystems, США).

Компьютерный анализ полученных последовательностей проводили при помощи пакета программ Lasergene 11.1.0. (DNASTAR, США). Филогенетические дендрограммы строили при помощи программы MEGA 7.0.18 (США).

Результаты и обсуждение

По результатам анализа анамнеза и патологоанатомического вскрытия был поставлен предположительный диагноз «вирусная геморрагическая болезнь кроликов». Для подтверждения этого диагноза образцы печени павших животных были проверены в ИФА на наличие антигена и в ОТ-ПЦР на наличие РНК вируса геморрагической болезни кроликов. Все исследованные образцы оказались положительными.

Известно, что в России циркулирует первый генотип ВГБК, но по сообщениям сотрудников ФГБНУ ФИЦВИМ, отмечены случаи выявления вирусов геногруппы GI2 [8]. Для определения генотипа обнаруженного нами вируса было решено определить и проанализировать нуклеотидную последовательность наработанного в ПЦР фрагмента генома вируса. В результате был определен участок генома длиной 470 пар оснований, содержащий 5-концевой участок гена VP1 и 3-концевой участок гена VP60.

Анализ полученного фрагмента генома программой BLAST показал, что наиболее близкими последовательностями к исследуемой являются последовательности

Рис. 1. Филогенетическая дендрограмма, построенная на основе фрагмента генома вирусов геморрагической болезни кроликов. Исследуемый вирус обозначен •
Fig. 1. Phylogenetic dendrogram based on a fragment of the genome of rabbit hemorrhagic disease viruses. The virus under study is designated •



Рис. 2. Выравненные аминокислотные последовательности белка VP60 ВГБК-2**Fig. 2.** Aligned amino acid sequences of VP60 protein VGBK-2

ВГБК второго генотипа. Для филогенетического анализа полученного фрагмента из базы данных GenBank были взяты последовательности геномов ВГБК 2-го генотипа, полученные в разных странах, а также последовательности геномов ВГБК 1, 3 и 4 в качестве внешней группы. Как видно по филогенетической дендрограмме, представленной на рисунке 1, исследуемый вирус относится ко второму генотипу ВГБК. Наиболее близкими к нему оказались последовательности вирусов из США, Франции и Польши, выделенные в период 2016–2020 годов.

Исследуемый вирус содержит замену А46Т (аланин на треонин в позиции 46). Данная мутация может влиять на конформацию белка, так как неполярная аминокислота меняется на полярную. Что, в свою очередь, может влиять на антигенную структуру вируса.

Проведенные нами исследования свидетельствуют об еще одном подтвержденном случае выявления виру-

са геморрагической болезни кроликов 2-го генотипа на территории РФ.

Учитывая высокую контагиозность данного заболевания и широкое распространение штаммов RHDV GI2 в европейских и других странах в настоящее время, не следует исключать новых вспышек болезни в нашей стране.

Основным средством специфической профилактики ВГБК в России являются инаktivированные тканевые вакцины на основе штаммов RHDV GI1, которые не в состоянии предотвращать патологию, вызванную штаммами 2-го генотипа. Единственным возможным вариантом противостоять распространению новых вариантов ВГБК и связанных с этим экономических и экологических потерь является применение вакцин, содержащих антигены обоих вариантов RHDV, как в приусадебных хозяйствах, так и в условиях промышленного кролиководства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Camarda A. et al. Detection of the new emerging rabbit haemorrhagic disease type 2 virus (RHDV2) in Sicily from rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and Italian hare (*Lepus corsicanus*). *Res. Vet. Sci.* 2014. 97, 642–645.
2. Le Gall-Recule G. et al. Detection of a new variant of rabbit haemorrhagic disease virus in France. *Vet Rec.* 2011. 168:137–138.
3. Le Pendu et al. Proposal for a unified classification system and nomenclature of lagoviruses. *Journal of General Virology* 2017;98:1658–1666.
4. Mahar J.E. et al. Rabbit Hemorrhagic Disease Virus 2 (RHDV2; GI.2) Is Replacing Endemic Strains of RHDV in the Australian Landscape within 18 Months of Its Arrival. *J Virol.* 2018

Jan 2;92(2):e01374-17.

5. OIE. Rabbit Haemorrhagic Disease, USA. (accessed on 27 August 2020); Available online: https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapEventSummary&reportid=34728.
6. Pawlikowska M. et al. Phylogenetic analysis of selected strains of Rabbit haemorrhagic disease virus on the basis of N-terminal fragment of the gene encoding structural protein VP60. *Bull Vet Inst Pulawy.* 2010. 54:129–133
7. Puggioni G. et al. The new French 2010 rabbit hemorrhagic disease virus causes an RHDlike disease in the Sardinian Cape hare (*Lepus capensis mediterraneus*). *Vet Res.* 2013. 7(44):96.
8. <https://ficvim.ru/2019/02/tretij-sluchaj-obnaruzheniya-virusa-gemorrachicheskoy-bolezni-krolikov-novogo-tipa-vgbk-2-v-rossijskoj-federacii/>

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Российские ученые нашли способ увеличить содержание йода в мясе кроликов, овец и кур

Сотрудники ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» нашли способ увеличить содержание йода в мясе птицы и животных, сообщила в рамках пресс-конференции в МИА «Россия сегодня» замдиректора по научно-инвестиционной и технологической деятельности института Елизавета Дунаева.

«В Крыму, как и во многих других регионах нашей страны, наблюдается нехватка йода. Этот микроэлемент необходим для эндокринной системы и принимает участие во многих процессах, которые происходят в организме человека, — сказала она. — В нашем институте были проведены совместные с учеными из Татарстана ис-

следования, в ходе которых корма для животных были специальным образом насыщены йодом. После употребления этого корма в пищу мясо кур, кроликов и овец показало высокое содержание данного микроэлемента». Употребление таких продуктов в пищу позволяет получать необходимый объем йода более естественным способом, чем в таблетках, отметила ученый. По ее мнению, данная разработка может быть интересна сельхозпредприятиям Крыма, а также другим регионам РФ, стремящимся производить экологически чистые и полезные продукты.

Елизавета Дунаева пояснила, что включать необходимые микроэлементы в растения и корма и, опосредованно, в мясо животных и птиц позволяют липосомальные технологии, изучение которых является одним из направлений исследований ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма.

ПРИМЕНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Российская Федерация постепенно выходит на лидирующие позиции в различных сферах промышленного производства, в частности, в агропромышленной сфере. Однако низкая производительность труда, использование устаревшего парка сельхозмашин, слабая модернизация или административные ошибки часто нивелируют темпы развития сельскохозяйственной отрасли. Для того чтобы исключить последний фактор, специалисты АПК все чаще используют цифровые инструменты. Одному из них — правильному анализу производственных данных и использованию его в животноводстве — был посвящен доклад специалиста по техническому сопровождению ООО «Генетика ПИК» Ильи Зубкова в рамках конференции XII Международной научно-практической конференции «Российское свиноводство 2020–2025 г. Взгляд в будущее».

Любое производство, к примеру промышленное животноводство, а конкретно — свиноводство, это многофакторный процесс, в котором необходимо следить за огромным количеством параметров, верно их сопоставлять и принимать оптимальные решения. Это требует от руководства не только особой подготовки, но и умения быстро выявлять суть проблемы.

«Сегодня в рамках диалога о сравнительном анализе мы хотели бы показать, как можно помочь клиентам избежать череды ошибок и принять правильные стратегические решения, — отметил Илья Зубков. — Клиенты часто задают вопросы: «Какие у моего производства слабые и сильные стороны?», «Уделять ли показателям, которые приносят больше всего прибыли, особое внимание?», «Как рассчитывают и измеряют показатели другие производители?»

Встает вопрос: «Как и чем мерить?» В свиноводстве рулеткой, линейкой или весами не обойтись».

По словам Зубкова, до недавнего времени не существовало системы сравнительного анализа, адаптированного под реалии отечественного производства свинины. Поэтому за образец пришлось взять зарубежный опыт, а именно — систему «benchmarking» (бенчмаркинг), иначе «сравнительный анализ», способы диагностики производственных показателей, помогающие правильно оценивать свои результаты и сравнить их с конкурентами.

«Мы с нашими клиентами пришли к выводу, что нам в России необходим хороший сравнительный анализ, потому что его, если честно сказать, не было. Хорошего, адаптированного под российского производителя свинины сравнительного анализа», — рассказал Зубков.

Разработка началась в 2014 году, и появилась «Программа сравнительного анализа PIC». Она была специально создана под условия Российской Федерации.

«Мы его сделали здесь в России, — отметил Илья Зубков, — специально для России и вместе с производителями свинины в России, совместно придумывали, как будет выглядеть отчет, основу методики расчета показателей, и т.д. Я с гордостью хочу сказать, что внутри «PIC» это было признано успешным проектом и мы его распространяем на всю Европу, он уже запущен на Филиппинах и в Китае. Но повторюсь — это было сделано прежде всего для России, это было сделано для нас».

Основное предназначение программы — диагностика производственных показателей. Анализируются производственные показатели, которые позволяют производителям свинины не только правильно оценить свою работу, но и сравнить ее с показателями у других производителей.

Уже к первому полугодью 2020 года программой воспользовались 65 комплексов.

«Все начинается со сбора данных, потом их обрабатывает программа и на выходе получаете отчет, — отметил Михаил Зубков. — Самое интересное — сбор данных, на данном этапе клиенту следует взаимодействовать с нами. Когда мы говорим клиентам, что они должны предоставить нам данные, то у них в голове складывается, что это очень сложный процесс. Но данные оформляются в очень простую для восприятия таблицу. Существует важная особенность нашей работы, мы собираем только первичные данные, данные из программы учета, показатели, которые еще не пересчитаны, а также применяем единую методику расчета показателей для всех комплексов».

Рис. 1. Внешний вид готового отчета программы «PICBenchmarking»

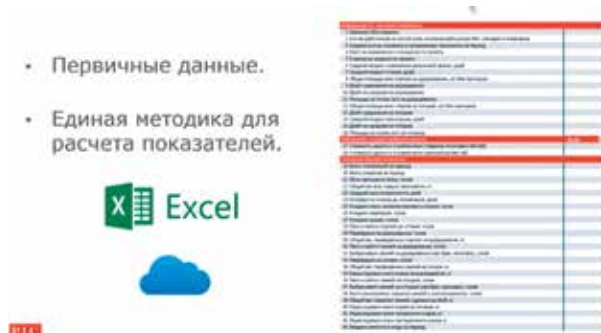


Рис. 2. Пример внешнего вида таблицы, созданной программой «PICBenchmarking»

Отчет сравнительного анализа – 5 таблиц

Производственные показатели	Процент от ТЗ	Продано мяса, тонн	Выручка
Разведение			
Процент оплодотворения, %	91,67%	789,710	388,30
Оплодотворение на свиноматку в год	2,69	2,40	3 793,512,00
Оплодотворение на свиноматку с учетом оплодотворения	91,67%	14,83	246,30
Оплодотворение на свиноматку с учетом оплодотворения	91,67%	14,83	246,30
Дополнительные и прочие			
Среднегодовой уровень, кг	788,67	75,835	388,30
Конверсия корма	2,35	2,40	3 793,512,00
Удочка, %	1,37%	1,37%	246,30
Выборочность, %	1,60%	1,37%	246,30
Использование ресурсов			
Оборудование и персонал			
Процент оплодотворения на свиноматку в год	91,67%	14,83	246,30
Процент оплодотворения на свиноматку в год	91,67%	14,83	246,30
Процент оплодотворения на свиноматку в год	91,67%	14,83	246,30
Процент оплодотворения на свиноматку в год	91,67%	14,83	246,30

Программа обрабатывает 43 показателя. Существует 2 способа внесения данных: заполнение таблицы «Excel» или онлайн-внесение. После обработки клиент получает цветной отчет в электронном или печатном виде в формате PDF, на 6 языках (по выбору), с указанием 5 валют.

«Специалисты знают, что стандартный отчет, как правило, черно-белый, имеет 400 страниц мелким шрифтом, и, если честно, очень сложен для восприятия, нужно долго искать информацию, которая нужна, — подчеркнул Зубков, — мы предлагаем всего 17 страниц отчета и полную конфиденциальность».

Помимо это в отчет входит глоссарий — непосредственное описание методики, по которой рассчитывались производственные показатели.

В отчете присутствует 5 таблиц, где указываются показатели фермы, с чем они сравниваются, разницу в выручке, в проданных тоннах мяса. Данные могут быть как в виде таблиц, так и в виде графиков, зависит от предпочтений клиента.

Таблицы и графики содержат следующие показатели: количество проданного мяса на свиноматку, или вес товарной реализации, ко всему прочему, отмечается продажа мяса на станок опороса, продажа мяса на м².

Среди достоинств программы следует отметить наличие 7 графиков-трендов развития конкретного предприятия. Они позволяют экстраполировать положение хозяйства и возможные вектора движения. Это позволяет определить, наращивает или теряет темпы роста комплекс или ферма и какие шаги следует предпринять.

Клиенту демонстрируют экономическое сравнение, репродукционные производственные составляющие, показатели по дорастиванию и откорму. Эти данные сводятся к самому важному: показателям валовой прибыли. И производители понимают, на что следует обратить внимание и на что можно повлиять.

В своем докладе Илья Зубков отметил, что подобная система помогает специалистам оптимизировать прибыль предприятия и выбрать правильный вектор развития.

Рис. 3. Графики и таблицы сравнительного анализа в программе «PICBenchmarking»



Рис. 4. Вид графика трендов развития конкретного хозяйства в программе «PICBenchmarking»

Отчет сравнительного анализа – 7 графиков трендов



Рис. 5. Внешний вид отчета сравнительного анализа в программе «PICBenchmarking»

Отчет сравнительного анализа – 1 экономич. сравнение

Производственные показатели	2020г	1 полугодие 2020	Разница
Репродукция			
Процент опороса, %	96,57%	97,27%	0,00%
Рождение детенышей на опоросившуюся свиноматку	25,71	25,95	0,24
Мертворождаемость, %	7,34%	6,82%	-0,52%
Дорастивание и откорм			
Среднесуточный привес, гр.	780,79	780,67	-0,12
Конверсия корма	2,36	2,35	-0,01
Экономические показатели			
Затраты на свиноматку в год	511 885,54	511 841,82	-43,72
Затраты на 1 килограмм мяса	9 676,29	9 676,87	0,58
Затраты на свиноматку (до-после)	6 496,66	6 257,37	-239,29
Затраты на 1 килограмм товарного мяса	9 552,67	7 934,24	-1 618,43
Общая технологическая себестоимость	889 948 282,96	611 704 664,32	-278 243 618,64
Технологическая себестоимость 1 кг в живом весе	76,88	67,81	-9,07
Прибыль			
Прибыль от 1 опоросившей свиноматки	2 193,48	2 735,00	541,52
Валовая прибыль	179 518 514,67	209 523 985,48	30 005 470,81

Рис. 7. Пример показателей успешного хозяйства

Успешный пример использования сравнительного анализа



ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ ПОВЫШАЕТ РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ МОЛОЧНОГО СТАДА

Развитие молочного производства, как правило, идет по пути наращивания надоев на корову, но при этом сокращается и число лактаций за время жизни животного. Однако ряд производителей молока придерживается иной точки зрения: интенсивная селекция на экстремальный молочный тип и увеличение продуктивности, по их мнению, негативно отражается на плодовитости и здоровье, долголетию коров и ведет к снижению рентабельности.

КОГДА ЖИВОТНЫЕ ЗДОРОВЫ

Генеральный директор ООО «Стрельня» и глава КФХ «Саяпина» (Калужская область) Александр Саяпин считает, что современное направление селекционной работы в молочном животноводстве может двигаться в прямо противоположном направлении — с акцентом на прибыльность и снижение затрат.

Свой подход к организации производства молока крепкий хозяйственник обосновывает тем, что интенсивная селекция, направленная на увеличение продуктивности и экстремальный молочный тип, негативно сказывается на плодовитости и здоровье коров, а снижение их долголетия равносильно снижению рентабельности производства. Своим опытом Сергей Саяпин поделился на международном форуме «Seymartec Milk. Экономическая и технологическая эффективность молочного животноводства».

„Много молока — это не всегда много денег, — пояснил он свою позицию. — Молочное производство становится выгодным, когда животные здоровы, требуют минимума затрат, в том числе на ремонт стада.

Снижение издержек в этом крупном хозяйстве, где содержится 800 дойных коров, началось не с генетики, а с организации экономически выверенного содержания животных, с оптимизации их кормления, которое при наименьших затратах приносило бы максимальный доход. Животные в ООО «Стрельня» находятся в беспривязном содержании на открытом воздухе в течение всего года. На зиму обустроены лишь навесы и глубокая подстилка. Коровам обеспечен свободный график посещения для доения «на добровольной основе». Сведен к минимуму и контакт с человеком с коровой. Это нужно, чтобы оградить животное от стресса и получить наибольший надой. Пастбищный период в Калужской области длится с мая по ноябрь. В это время коровы получают почти что бесплатный корм.

Как правило, в зимний период используется одноразовое раздельное кормление грубыми кормами, когда корова сама выбирает, что ей съесть из предложенного. Необходимое количество концентратов определяется компьютером во время доения.

От собственного производства сенажа в хозяйстве отказались. Причина экономическая: было подсчитано, что для его заготовки на все стадо необходимы инвестиции в размере 60 млн рублей. Но цены на сенаж не меняются уже в течение нескольких лет и держатся на достаточно низком уровне, поэтому его проще купить у сторонних производителей. Все дело в том, что крупные агрохолдинги всегда заготавливают сенаж в избытке.



Стараясь избавиться от образовавшихся излишков, они готовы продать их ниже себестоимости.

ЧЕМ ДОЛЬШЕ, ТЕМ ПРИБЫЛЬНЕЕ

Возможность выгодно прокармливать стадо в хозяйстве имеется, но Александр Саяпин ищет дополнительные пути снижения затрат. Обеспечение долголетия дойных коров, по его мнению, является одним из наиболее эффективных способов, и он связан с окупаемостью нетели. Экономический расклад здесь такой: затраты на то, чтобы вырастить нетель, составляют 100 тыс. рублей, а маржа с одного литра молока доходит до 10 рублей. Несложный расчет показывает: чтобы окупить дойную корову, надо надоить 10 тонн молока. Дальше идет чистая прибыль. И чем дольше корова живет, тем этой прибыли получается больше.

Собственные практические наработки Александр Саяпин основывает на исследованиях VikingGenetics (Швеция) «Селекция на рентабельность или какие коровы нам нужны?». В данной работе утверждается, что генетический потенциал, направленный на получение высокой продуктивности и воспроизводства в сумме со здоровьем дает наибольшую прибыль. Опытный хозяйственник сделал для себя важный вывод: «большие, «глубокие» коровы с ярко выраженным молочным типом не дают больше молока». Более того, такой тип не является признаком долголетия, и для него характерна связь с пониженной плодовитостью, негативным энергетическим балансом и удлиненным сервис-периодом.

„Примером для меня стало молочное производство в Новой Зеландии, — признался руководитель хозяйства. — Надой в этой стране с коровы примерно 5 тыс. литров в год, но ее фермеры являются главными в мире экспортерами молока. Они зарабатывают хорошие деньги на низкой себестоимости производства и не гонятся за высокой продуктивностью.

Что важно, новозеландцы активно используют в молочном производстве кроссов, так, как это широко распространено сейчас в свиноводстве и птицеводстве. Гибрид, полученный в результате скрещивания пород, имеет более сильное здоровье и более продуктивен.

„ Наше хозяйство также пошло по пути гибридизации, — подчеркнул Александр Саяпин.

В числе неоспоримых плюсов гибридов он назвал лучшую плодовитость и долголетие, нейтрализацию инбредной дисперсии (ослабление жизнеспособности потомства в результате накопления и проявления отрицательных генных признаков, имевшихся у родоначальников популяции), плодовитость, легкость отелов, повышение продуктивности на 3–5% и, как следствие, повышение рентабельности производства. «Кросс всегда более здоров, а здоровые коровы всегда потребляют меньше ресурсов, а значит, приносят больше прибыли».

НА ВЕРНОМ ПУТИ

Если ознакомиться со статистикой, то выяснится, что чистую породу в развитых сельскохозяйственных странах разводят далеко не все производители молока. В США, Голландии, Италии, Германии, Испании, Португалии и Австралии, чтобы сохранить эффект гетерозиса (превосходство гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами), нередко используется трехпородное ротационное скрещивание по схеме Голштин — Красный Викинг — Монтбельярд.

По этому пути идет и хозяйство «Саяпина». Голштинов здесь покрывают быком Красной породы, в результате, по словам руководителя, получаются самые лучшие коровы в стаде: «По молоку они как голштины, по здоровью — как датчанки, а по белку и по жиру им вообще нет у нас равных», — говорит он.

В качестве третьей породы для скрещивания в ООО «Стрельня» начали пробовать джерсийский КРС. Однако из-за нехватки собранных данных о каком-либо конкретном эффекте говорить пока не приходится.



Впрочем, на этом поиск повышения прибыльности в этом передовом хозяйстве не заканчивается. Есть для этого еще один мощный резерв. И опытный руководитель охотно им поделился.

„ Если животные живут не две лактации, а четыре, то для ремонта стада потребуется 20 телок на 100 голов, — сообщил он. — Оставшееся количество «лишних» и наименее продуктивных телок могут стать мясными кроссами, и использовать их для производства мяса оказывается значительно выгоднее. За мясных телят, например, платят в два раза больше, чем за молочных, растут они на тех же кормах в два раза быстрее. Мы можем себе позволить более половины коров, которые дают молока меньше среднего, сразу осеменить мясным быком.

Опыт данного хозяйства показывает, что селекция на увеличение продуктивного долголетия с одновременной селекцией, направленной на повышение продуктивности, возможна. Для этого необходимо искать определенный баланс между продуктивностью, здоровьем животных и конкретными условиями производства.

„ Если нет финансовой возможности заготовить суперкачественные корма для интенсивного производства и нет того количества поголовья, чтобы окупить дорогостоящую технику, проще пойти по пути снижения продуктивности, но одновременно увеличивать и прибыльность производства. Наследственность может помочь долголетию, даже если обстоятельства будут против. Если животное изначально крепкое, а еще лучше — гибрид, то оно будет жить и давать продукцию, — отметил Александр Саяпин.

То, что хозяйство находится на верном пути, подтверждается его поступательным развитием и неуклонным ростом поголовья дойных коров.



НОВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ КРОСС ГОТОВ ЗАНЯТЬ ШЕСТУЮ ЧАСТЬ РЫНКА ПЛЕМЕННОЙ ПТИЦЫ

Новый мясной кросс отечественной селекции «Смена-9» допущен к использованию на производстве. Решение было принято на заседании Экспертной комиссии по вопросам допуска к использованию новых селекционных достижений в животноводстве. На основании представленных материалов и проведенного анализа, ФБГУ «Госсорткомиссия» было рекомендовано включить новый кросс в Государственный реестр селекционных достижений. По мнению отраслевых экспертов, данный кросс обещает стать конкурентоспособным на рынке, а с учетом почти стопроцентного доминирования в России племенной птицы иностранных производителей, событие называют прорывным.

УЧЕНЫЕ РАБОТАЛИ НЕ ЗРЯ

Создание кросса в нынешних реалиях — событие действительно неординарное. Однако заслуживает внимания и сам опыт селекционеров, которые в условиях острой нехватки финансовых средств сумели в течение многих лет сохранять наработанный ранее научный потенциал, проводить полноценные исследования в сфере генетики и селекции. Эти усилия не прошли даром: после оказания масштабной господдержки удалось ускорить темпы селекционного отбора и получить качественную мясную птицу, не уступающую по своим показателям зарубежным аналогам. Работа по созданию нового кросса проводилась в ФБГУ СГЦ «Смена». Как рассказала «Аграрной науке» заместитель директора, главный зоотехник-селекционер Жанна Емануйлова, сам факт появления кросса и высокие показатели его продуктивности говорят о сохранении в российском птицеводстве высокого научного потенциала.

В самые непростые времена нами было принято решение сохранить тот минимум поголовья, который позволил бы не ухудшать племенные характеристики, и продолжить работу не только с четырьмя коммерческими, но и с двадцатью экспериментальными линиями. Приходилось даже перенаправлять в птицеводство средства, получаемые от других видов деятельности, например, от скотоводства.

Главное, удалось сохранить коллектив, где работали опытные специалисты — преданные своему делу селекционеры. А еще помогла поддержка ученых ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский технологический институт птицеводства РАН (ВНИТИП), совместно с которыми ранее было создано 7 отечественных мясных кроссов (в настоящее время СГЦ «Смена» является филиалом ФНЦ «ВНИТИП» РАН).

Ситуация начала меняться после выхода в 2016 году Указа президента РФ «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и принятия подпрограммы «Создание отечественного конкурентоспособного кросса мясных кур в целях получения бройлеров» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы.

Еще в конце нулевых годов доля использования отечественного племенного материала в виде родительских и прародительских форм мясных кроссов кур на рынке России составляла более

40 процентов, — сообщила Емануйлова, — но сейчас этот показатель едва дотягивает до одного процента. Мы надеемся, что появление нашего кросса позволит нарастить его до 15 процентов к 2025 году.

ОТВЕЧАТЬ ЗАПРОСАМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Оценка выглядит оптимистично, но она подкрепляется высокими качественными параметрами выведенной племенной птицы. Кросс «Смена-9» создавался с использованием методов классической селекции, но применялись и современные генетические методики. Они, по словам селекционера, позволяют улучшить качественные показатели и ускорить их получение. В первую очередь упор делался на высокую продуктивность птицы родительских форм, мясные характеристики бройлеров, экономическую эффективность и соответствие запросам потребителей. Новый кросс включает в себя 4 линии — по две от пород корниш и плимутрок.



” От этих линий получали потомства, и на каждом из них шло улучшение характеристик, — отмечает Жанна Емануйлова. — Среди улучшаемых мясных показателей — обмускульность, характеризующая развитие мышц груди и ног, большая работа велась по укреплению костяка птицы, поскольку для наращивания мышечной массы требуются крепкие кости. В материнских линиях отслеживали и учитывали такие показатели, как половозрелость, яйценоскость и выход инкубационных яиц. Всего на контроле было 70 признаков, которые в ходе проделанной работы тщательно отслеживались и улучшались.

Использовались, например, маркерные гены быстрой или медленной оперяемости. То есть материнская родительская форма определяется не японским методом с обследованием клоаки, а по длине пера в суточном возрасте: у гибридных курочек перья растут быстрее, чем у петушков. Такой подход позволяет снизить травмирование цыплят, ускорить работу и снизить трудозатраты. В 4 раза повышается точность разделения цыплят в суточном возрасте на петушков и курочек. А еще стараниями селекционеров вкус мяса у бройлеров значительно приблизился к вкусу «домашней птицы».

Испытания кросса «Смена-9» проводились на птицефабриках и племенных репродукторах в Алтайском крае, Челябинской области, в ряде регионов Юга России. Такой широкий территориальный разброс должен подтверждать адаптированность нового кросса к различным климатическим условиям России. По словам Жанны Емануйловой, потребители дали ему высокие оценки.

Комментирует зоотехник ООО «Племенной птицеводческий репродуктор «Челябинский» Любовь Сомова: «Кросс «Смена-9» показал себя с хорошей стороны, он не уступает по основным показателям зарубежным мясным кроссам — имеет высокую продуктивность и низкую конверсию корма. Продуктивность по яйценоскости, например, составляет 83, а вывод суточного молодняка в инкубаторе — 85 процентов. У кур в возрасте 53 недель, он снизился лишь до 80 процентов. И в этом он превосходит подавляющее большинство других кроссов. Что важно, петух работает без замены весь продуктивный период — в течение 420 дней. Ремонтный молодняк «Смена-9» обходится нам дешевле, чем от зарубежных аналогов. Вместе эти преимущества помогают снизить себестоимость конечного продукта». Было отмечено, что в хозяйстве куры находятся в напольном содержании.

СНИЖАЕМ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИМПОРТА

Главный эксперт по селекционной и племенной работе Росптицесоюза и эксперт комиссии по вопросам испытания и охраны селекционных достижений в области птицеводства Людмила Карпенко также указывает на то, что «Смена-9» по основным параметрам не уступает зарубежным кроссам, что подтверждается проведенными испытаниями на предприятиях России и представленными для допуска к использованию в промышленном птицеводстве материалами.

” При создании кросса были отработаны вопросы ветеринарии, условия кормления. Данный кросс хорошо приспособлен к российским условиям, нетребователен к способу содержания, — подчеркнула она. — Среднесуточные приросты бро-

йлеров в товарных хозяйствах не уступают, а в некоторых случаях превосходят показатели птицы зарубежной селекции.

По полученным в результате проведенных испытаний данным, в пятинедельном возрасте привесы составляли 63–64 г в сутки — на уровне зарубежных кроссов. Индекс продуктивности — 385 единиц, что выше на 22,2 ед. в сравнении с предшественником — кроссом «Смена-8» с выходом мяса от одной курицы за ее жизнь — 307,6 кг. По результатам испытаний кросс «Смена-9» оказался на уровне зарубежных мясных кроссов. Было отмечено и еще одно важное качество: у бройлеров хорошо развита грудная мышца, благодаря чему у него достаточно высокая доля содержания белого мяса.

По мнению генерального директора Росптицесоюза Галины Бобылевой, создание отечественного мясного кросса, который может конкурировать с импортной продукцией, можно назвать прорывом для птицеводческой отрасли.

” Из-за птичьего гриппа введены временные ограничения на поставки в Россию птицеводческой продукции, в том числе и инкубационного племенного яйца из Нидерландов. С учетом географической близости, не исключены вспышки заболевания в других ключевых странах-экспортерах. Полная зависимость от импорта является серьезным вызовом для отечественного птицеводства, ставит под вопрос снабжение населения недорогой белковой продукцией. Теперь эти риски будут снижаться, — отметила Галина Бобылева.

Важным фактором здесь, как считает генеральный директор Росптицесоюза, является то, что в ФБГУ «Смена» была сохранена наука, сохранены специалисты и продолжена селекционная работа.

” Считаю, что было принято грамотное и выверенное государственное решение — оказана финансовая поддержка ученым на одном из самых ключевых направлений — селекции и генетике, создании конкурентоспособного отечественного кросса, — подчеркнула она.

Жанна Емануйлова также отмечает, что соответствующий указ Президента России, выделение денег в рамках государственной подпрограммы, поддержка Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки и ФНЦ ВНИТИП стали дополнительным толчком к созданию конкурентоспособного отечественного кросса. Работы велись в течение 15 лет, но ускорение получили в последние три года.



КОРМ «ТАНРЕМ»: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БОНУС ДЛЯ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

В первое время после отела корова дает молока больше, чем потребляет кормов на его производство. Недостающие питательные вещества животное восполняет за счет внутренних резервов организма. Как предупредить расстройства обмена веществ и сохранить стабильную продуктивность?

Рацион коров после отела и в период раздоя должен содержать высокую обменную энергию (11–12 МДж на 1 кг сухого вещества рациона) и ограниченное количество протеина (не более 16%). Когда качество кормов оставляет желать лучшего, удержать положительный энергетический баланс рациона очень трудно. Часто специалисты хозяйств поднимают «падающую» энергетику за счет увеличения доли концентрированных кормов: шрота, жмыха, зернофуража. Однако рост потребления концентратов влечет за собой целый комплекс проблем. Повышение уровня белка в крови может привести к нарушению обменных процессов, функций воспроизводства, возникновению кетозов и ацидозов.

Специально для оптимизации рациона КРС молочного направления, повышения объемов надоев молока и поддержания оптимальной массы животных российскими производителями разработан энерго-углеводный корм «ТАНРЕМ» — естественный источник энергии пролонгированного действия. Корм имеет идеальные заданные характеристики: высокую обменную энергию при низком протеине. Теперь у технологов по кормлению появилась реальная возможность решить проблему энергетического дефицита коров на раздое без приобретения дорогостоящих защищенных жиров или монопропиленгликоля.

Корм «ТАНРЕМ» состоит только из натуральных компонентов и содержит сразу несколько источников энергии: легкопереваримые углеводы (50%), сахара (27%), растительные жиры (12%). Оптимален уровень растительного протеина (8%) и обменной энергии (14 МДж/кг). При грамотном встраивании корма в рацион животных коровы получают мощный энергетический бонус в виде легкопереваримых углеводов и жиров, которые быстро компенсируют энергопотери после отела, способствуют восстановлению организма, восполняют быстрорастущие метаболические потребности, связанные с началом лактации.

Применение корма «ТАНРЕМ» экономически рентабельно для хозяйств, поскольку существенно дешевле импортных энергетиков по соотношению затрат на единицу обменной энергии. Идеальной может стать замена части неоправданно больших количеств концентрированных кормов на «ТАНРЕМ» без потери продуктивности. «ТАНРЕМ» может применяться как самостоятельный корм, а также в составе комбикормов, монокормов,

кормосмесей. Дневная доза скармливается в 2 приема — утром и в середине дня.

Коровы очень капризны и консервативны, поэтому неохотно поедают невкусные или низкокачественные корма. Плохой аппетит и низкое потребление кормов негативно сказываются на молочной продуктивности. Корм «ТАНРЕМ» с успехом выполняет функцию привлекательной вкусовой добавки за счет сладкого вкуса и аппетитного шоколадного аромата. Корм можно использовать в качестве технологичной замены патоки, поскольку по количеству обменной энергии в 1 килограмме «ТАНРЕМ» превосходит патоку на 6,4 МДж. Его включение в рацион коров значительно повышает аппетит и поедаемость кормов, усиливает пищеварительные процессы по усвоению грубых и объемистых кормов, способствует производству микробиального белка, стимулирует выработку молока.

Корм «ТАНРЕМ» в рационах коров в транзитный период и в период раздоя положительно влияет на сохранение производственной упитанности коров после отела, способствует росту молочной продуктивности, повышает жиромолочность и процентное содержание белка. Увеличение энергетической составляющей рациона препятствует развитию кетозов, жировой дистрофии печени, улучшает оплодотворяемость коров в дальнейших периодах.

Использование корма «ТАНРЕМ» отлично выравнивает погрешности несбалансированного кормления, оптимизирует сахаропротеиновое соотношение, оказывает корректирующее воздействие на жировой и углеводный обмен. Что очень важно — оказывает мощный гепатопротекторный эффект, создавая условия для продуктивного долголетия животных.

Корм «ТАНРЕМ» не содержит пальмового масла, ГМО, гормональных стимуляторов и химических консервантов. Его эффективность и качество подтверждены заключением группы испытательных лабораторий «Eurofins agro» — мирового лидера в области глобальных лабораторных услуг.

Консультации по приобретению и применению корма «ТАНРЕМ» вы можете получить у специалистов компании «Капитал-Прок» по телефону:

8-800-200-3-888 (бесплатный по России)

УДК 636.084.087.8:615.355

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-35-43>

Краткий обзор/Brief review

Крюков В.С.¹,
 Зиновьев С.В.²,
 Некрасов Р.В.³,
 Глебова И.В.⁴,
 Галецкий В.Б.⁵

¹ ООО «Кормогран», Москва, РФ,
 kryukov.v.s@mail.ru

² ВНИИПП – филиал ФНЦ ВНИТИП, п. Ржавки
 Московской обл., РФ, neollit_13@mail.ru

³ ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Подольск пос., Дубровицы, РФ,
 nek_roman@mail.ru

⁴ Курская ГСХА, Курск, РФ,
 snow1968@inbox.ru;

⁵ Гатчинский ККЗ, Ленинградская обл.,
 Гатчинский р-н, д. Малые Колпаны, РФ,
 vl.galetski@gmail.com

Ключевые слова: ферментные препараты, карбоксилазы, протеазы, фитазы, переваримость, эффективность использования

Для цитирования: Крюков В.С., Зиновьев С.В., Некрасов Р.В., Глебова И.В., Галецкий В.Б. Полиферментные препараты в кормлении моногастрических животных. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 35–43.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-35-43>**Конфликт интересов отсутствует**

Valery S. Kryukov¹,
 Sergey V. Zinoviev²,
 Roman V. Nekrasov³,
 Ilona V. Glebova⁴,
 Vladimir B. Galetsky⁵

¹ Kormogran LLC, Moscow, Russia;

² VNIIPP — branch of the VNITIP Federal Research Center, Rzhavki village, Moscow region, Russia

³ L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Podolsk, Dubrovitsy, Moscow Region, Russian Federation

⁴ Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Russia

⁵ Gatchina KKZ, Leningrad region. Gatchinsky district, Malye Kolpany village, Russian Federation

Key words: enzyme preparations, carbohydrases, proteases, phytases, digestibility, efficiency of use

For citation: Kryukov V.S., Zinoviev S.V., Nekrasov R.V., Glebova I.V., Galetsky V.B. Polyenzyme preparations in feeding of monogastric animals. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 35–43. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-35-43>**There is no conflict of interests**

Полиферментные препараты в кормлении моногастрических ЖИВОТНЫХ

РЕЗЮМЕ

Для кормовых целей в основном используют ферментные препараты, которые содержат ферменты, не вырабатываемые в организме животных, хотя у цыплят первых недель жизни и поросят после отъема образуется недостаточное количество собственных протеаз и амилаз, поэтому их включение в корма тоже оказывается полезным. К настоящему времени созданы и производятся высокоактивные ферментные препараты, обладающие различными специфическими активностями. В кормах, приготовленных с использованием традиционного сырья, до 30% питательных веществ недоступны для переваривания ферментами, секретируемыми в ЖКТ. Включение в корма экзогенных ферментов обеспечивает дополнительное использование неперевариваемой фракции. Достичь полной переваримости кормов невозможно, хотя *in vitro* экзогенные ферменты переваривают почти до 100% целевых субстратов. Проблема обусловлена тем, что в естественных кормах нет чистых субстратов — они связаны с другими веществами, которые ограничивают доступность к ним ферментов. Свойства естественных субстратов, их концентрация и доступность даже в одном и том же сырье изменчивы, что исключает надежное прогнозирование эффективности действия кормовых ферментов. Частично эти трудности преодолевают путем использования полиферментных препаратов. Необходимо дальнейшее изучение специфики нативных субстратов и факторов, повышающих их доступность для действия ферментов.

Polyenzyme preparations in feeding of monogastric animals

ABSTRACT

In animal feeding enzyme preparations are mainly used, which are not produced in the body of animals, although in chickens in the first weeks of life and piglets after weaning an insufficient amount of their own proteases and amylases is formed, so their inclusion in feed is also useful. By now highly active enzyme preparations with various specific activities have been created and are being produced. In feeds prepared using traditional raw materials up to 30% of nutrients are not available for digestion by enzymes secreted in the gastrointestinal tract. The inclusion of exogenous enzymes in the feed provides additional use of the indigestible fraction. It is impossible to achieve complete digestibility of feed, although *in vitro* exogenous enzymes digest almost 100% of the target substrates. The problem is due to the fact that natural feed does not contain pure substrates — they are associated with other substances that limit the availability of enzymes to them. The properties of natural substrates, their concentration and availability even in the same raw material are variable, which excludes reliable prediction of the effectiveness of the action of feed enzymes. Partially these difficulties are overcome by the use of polyenzyme drugs. It is necessary to further study the specificity of native substrates and factors that increase their availability for the action of enzymes.

Поступила: 2 апреля
 После доработки: 12 апреля
 Принята к публикации: 15 апреля

Received: 2 April
 Revised: 12 April
 Accepted: 15 April

Вступление

В последние 10–15 лет благодаря достижениям генной инженерии и биотехнологии удалось создать ферменты с заданными свойствами и гарантированным качеством. Производители подтвердили их действие в лабораторных условиях и затем на основании полученных результатов разработали условия применения их в животноводстве. Положительные результаты производственных испытаний дали основания для их промышленного производства. Однако в практических условиях включение ферментных препаратов в комбикорма не всегда обеспечивает ожидаемую отдачу. Поскольку потребители работают с ферментным препаратом, то при негативных результатах делается вывод о его неэффективности. С этим можно согласиться, если детально разобраться с причинами, однако практики этого не делают: не их это задача.

Действие ферментов

О свойствах ферментов судят по их действию на чистые субстраты. На этом принципе разработаны методы определения активности ферментов (ГОСТ Р 53047-2008; ГОСТ Р 53046-2008; ГОСТ Р 53360-2009; ГОСТ Р ИСО 30024-2012; ГОСТ 34430-2018) [1]. В комбикормах субстраты связаны с другими веществами корма, что ограничивают их контакт с ферментами. Ферменты не действуют, а взаимодействуют с субстратами, поэтому для достижения ожидаемого результата в корме должно содержаться их необходимое количество. Если ферменты хорошо охарактеризованы, то информация о количестве субстратов и их доступности даже для специалистов по питанию ограничена и тем более ею не располагают потребители. В результате содержание субстратов в комбикормах складывается стихийно и подвержено изменчивости. Это основная причина нестабильных результатов при использовании ферментов [2, 3].

В настоящее время для промышленного применения доступны ксиланазы, глюканазы, амилазы, манна-назы, пектиназы, протеазы, фитазы и реже используют другие. Учитывая множественность субстратов в комбикормах промышленного изготовления, в них включают одновременно несколько ферментов, тогда как моноферменты используют ограниченно. Пищеварение представляет собой иерархический процесс воздействия на питательные вещества по мере их продвижения по ЖКТ. Одни ферменты действуют в кислой среде желудка, где начавшиеся процессы переваривания (гидролиз) ведут к образованию менее крупных частей исходных молекул. В нейтральной среде кишечника ферменты желудка теряют активность; процесс пищеварения продолжают под действием других ферментов, ведущих к образованию мономеров, способных всасываться.

Включение в корма экзогенных ферментов оказывает влияние на этот эволюционно сложившийся процесс. Добавляемые ферменты, чтобы повысить эффективность использования питательных веществ, должны попадать в то место, где проявление их активности будет улучшать переваривание питательных веществ.

Карбогидразы, используемые в кормлении, подвергают гидролизу β -связи между молекулами моносахаридов, которые участвуют в построении полисахаридов стенок клеток растений. Ферменты такого типа животные не продуцируют [4]. В связи с невозможностью четко оценить свойства сырья в отношении содержащихся в нем субстратов и их ферментативной доступности

результаты действия ферментов чаще прогнозируют, основываясь на информации из рекламных проспектов или на личных ожиданиях.

Факторы, определяющие эффективность действия ферментов. Предполагают, что все продукты переваривания некрахмальных полисахаридов (НПС) полезны для животного, однако в составе большинства коммерческих препаратов присутствуют эндоферменты, которые расщепляют молекулы непереваримых субстратов на несколько относительно крупных частей, которые не способны всасываться. Положительное действие карбогидраз долго связывали со снижением вязкости содержимого кишечника у птиц, которое объясняли расщеплением растворимых ксиланов [5]. Позднее установили позитивное влияние ксиланазы при ее включении в корма, приготовленные на основе кукурузы, которая не повышает вязкости кишечного содержимого. Предположили, что положительное действие карбогидраз связано с разрушением клеточных стенок кормов, приводящим к повышению доступа собственных ферментов к внутриклеточным белкам, крахмалу и другим веществам [6]. Это предположение позволяет объяснить результаты взаимодействия карбогидраз с другими ферментами и получило распространение, но оно не было доказано прямыми наблюдениями. Сравнительно недавно, изучая влияния ксиланазы на переваримость крахмала с помощью сканирующего микроскопа, удалось установить, что материал клеточных стенок, присутствующий в химусе тонкого кишечника, не претерпевал существенного изменения. При этом переваримость крахмала ожидаемо повысилась: авторы сделали вывод, что ксиланаза действует через косвенный механизм, вызывая секрецию нейротрипсина РУ, который способствует переваримости протеиновой оболочки крахмальных гранул, облегчая действие эндогенной амилазы [7].

Обобщение результатов по перевариванию протеина в подвздошной кишке свиней и птиц, получавших корм с включением ксиланазы, фитазы или их суммы, показало, что оба фермента, не обладающие протеолитическим действием, создавали условия для повышения переваримости протеина собственными ферментами (табл. 1) [8]. При совместном добавлении в корм ксиланаз и фитаз их действие складывалось, но оно обычно было ниже расчетной суммы переваримости каждой аминокислоты под влиянием одного из ферментов. Высокую результативность одновременного действия двух ферментов можно объяснить тем, что их влияние на переваримость аминокислот и их доступность в целом реализуется разными, не конкурирующими механизмами, которые недостаточно изучены, и их толкование основывается на предположениях [1].

Карбогидразы начали использовать в промышленном кормопроизводстве лет на 20 раньше, чем фитазы, однако последние быстро получили распространение в связи с более устойчивым улучшением продуктивности.

Неустойчивость результатов при применении карбогидраз не связана с качеством современных ферментных препаратов — она обусловлена множественностью их субстратов и изменчивостью их концентрации даже в пределах одного вида сырья, то есть трудностью определения концентрации субстратов и их доступности, что создает проблемы при обосновании вида подходящей карбогидразы. Использование разных карбогидраз на фоне кормов, отличающихся по количеству и доступности субстратов, ведет к образованию мало изученного спектра конечных продуктов, со слабо изученным их

Таблица 1. Влияние ксиланазы, фитазы и ксиланазы + фитазы на перевариваемость аминокислот в подвздошной кишке у птицы и свиней, получавших комбикорма, приготовленные на основе пшеницы [8]

Table 1. The effect of xylanase, phytase and xylanase+phytase on ileal amino acid digestibility coefficients in wheat-based diets for poultry and swine (from [8])

Аминокислоты	Ксиланаза, % (1)	Фитаза, % (2)	Расчетная сумма (1 + 2), %	Фактическая переваримость, (1 + 2), %
Ala	3,91	5,72	9,63	8,54
Arg	1,67	2,67	4,35	4,34
Asp	4,95	5,34	10,29	4,68
Cys	0,14	0,47	0,61	0,47
Glu	2,98	2,86	5,83	4,04
Gly	4,54	4,78	9,31	7,57
His	2,82	2,53	5,35	4,78
Ile	2,88	3,51	6,39	3,96
Leu	2,29	3,21	5,50	3,80
Lys	2,93	3,80	6,73	4,66
Met	-0,39	1,69	1,30	-1,37
Phe	3,23	3,80	7,02	4,08
Pro	2,58	2,88	5,46	3,34
Ser	4,16	5,04	9,20	4,99
Thr	2,01	3,75	5,77	4,36
Try	0,53	5,28	5,80	4,88
Tyr	2,73	4,03	6,76	4,80
Val	3,07	4,33	7,40	5,23
В среднем	2,61	3,65	6,26	4,29

действием на обмен веществ и здоровье животных. В отличие от НПС, содержание фитатов в кормах изучено более полно и доступно для анализа в лабораториях, контролирующих качество сырья, поэтому результаты применения фитаз носят более определенный характер по сравнению с другими ферментами. Из общей физиологии пищеварения известно, что образование и секреция эндогенных ферментов быстро адаптируются к составу потребляемой пищи, в то же время экзогенные ферменты лишены такой возможности. Их концентрация и вид определяются человеком, поэтому действие эндогенных ферментов в известной мере вызывает изменение эволюционно сложившегося естественного процесса. Подтверждение этому факту можно найти в публикациях, свидетельствующих об изменениях активности эндогенных ферментов под влиянием кормовых ферментных препаратов [9, 10].

Обоснование создания полиферментных препаратов

Существует два направления учета действий кормовых ферментов, по которым они повышают прибыльность производства. Одно, наиболее обсуждаемое и очевидное, связано с повышением переваримости питательных веществ корма, приводящим к более полному их использованию и уменьшению расхода корма. Это направление интенсивно изучается, установлены механизмы действия ферментов, согласно которым достигается улучшение использования отдельных питательных веществ и корма в целом [11]. Другое направление ме-

нее очевидно и связано с влиянием ферментов на физиологию пищеварения, здоровье кишечника, состав туши и качество продукции, нормализацией иммунитета и сохранностью поголовья. Специфика действия ферментов и состава кормов приводит к тому, что использования одного фермента недостаточно для получения максимальной пользы: необходимо использовать несколько различных ферментов, которые путем взаимодополняющего действия обеспечивают лучшее использование питательных веществ из рациона [12].

На рынке предлагают ферментные препараты, обладающие несколькими активностями. Их получают путем смешивания ранее произведенных препаратов, обладающих моноактивностью. Некоторые ферментные препараты могут представлять собой естественную смесь ферментов, образуемых одним продуцентом в процессе роста — их иногда называют ферментными «коктейлями». Публикации, посвященные изучению свойств таких коктейлей, ограничены. На примере изучения штамма *Aspergillus tamaris* URM 4634 было установлено, что на продукцию фитазы, ксиланазы и целлюлазы влиял состав среды: в зависимости от их особенностей менялись концентрация и соотношение продуцируемых ферментов.

На активность отдельных ферментов в составе коктейлей невозможно влиять с целью обеспечения их нужной концентрации и соотношения. В условиях, моделирующих ЖКТ, наибольшая устойчивость к пепсину была у фитазы -89,2%; под влиянием трипсина активность фитазы и ксиланазы снизилась по отношению к исходной, тогда как активность целлюлазы по необъяснимым причинам возросла в 2,2 раза [13]. Если штамм-продуцент выделяет в культуральную среду несколько ферментов, то с помощью генной инженерии удастся улучшить потребительские свойства одного фермента из набора, но не всех одновременно. Поэтому, по нашему мнению, предпочтение следует отдавать полиферментным продуктам, которые производят путем смешивания моноферментных препаратов, поскольку последние созданы с целевыми гарантированными свойствами.

Исходя из изучения применения ферментов в кормлении животных, пришли к убеждению о необходимости использования карбогидраз, позднее к ним добавились фитазы. Среди карбогидраз наиболее широкое распространение получили ксиланазы, амилазы и глюканазы. Учтем, что основная доля энергии в зернах злаков связана с крахмалом, который находится внутри клеток растений, стенки которых построены из НПС, ограничивающих доступность собственных ферментов внутри клеток. Следовательно, добавление в корм ферментов, способных разрушать полисахариды клеточной стенки, может обеспечить лучший доступ ферментов поджелудочной железы к питательным веществам [14]. На основании изучения результатов многочисленных

исследований можно обосновать ряд рецептов полиферментных препаратов, однако в связи со слабой изученностью специфики строения субстратов корма, их связей с другими веществами, подтвердить предположение об их эффективности можно только после испытаний на животных.

Изучение *in vitro* изменения концентрации полисахаридов пшеницы под влиянием целлюлазы, ксиланазы и глюканазы показало, что наиболее активно снижалось их содержание под влиянием целлюлазы + ксиланазы/глюканазы. Расщепление изученных полисахаридов, кроме ксиланов, под влиянием ксиланазы было слабее, чем под влиянием целлюлазы. Действие ксиланазы усиливалось в присутствии глюканазы и еще больше — целлюлазы + глюканазы (табл. 2).

Приведенные данные показывают, что одни ферменты создают условия для действия других. Эндоксиланазы расщепляют арабиноксиланы путем гидролиза основной цепи ксилана, однако многочисленные ответвления от нее в виде остатков арабинозы тормозят действие ксиланаз. Включение в состав кормового фермента арабинофуранозидазы ведет к отщеплению арабинозы от основной цепи ксилана, открывая доступ к ней эндоксиланазы, и повышает общую эффективность ферментного препарата [16, 17]. В следующем опыте изучили влияние вышеуказанных ферментов + пектиназа на переваримость питательных веществ в подвздошной кишке и рост цыплят-бройлеров, получавших с 5-го по 18-й день пшенично-соевый рацион (табл. 3).

В условиях эксперимента переваримость НПС под влиянием различных сочетаний ферментов повысилась более чем в 2 раза и мало зависела от испытанных вариантов. Расщепление крахмала и протеина повышалось при использовании всех сочетаний ферментов, хотя ни одно из них не обладало амилолитической или протеолитической активностями. Эти данные позволяют сделать вывод, что *in vivo* различные испытанные сочетания карбогидраз не проявляли аддитивного действия, но примерно одинаково улучшали условия для переваривания протеина и крахмала под влиянием эндогенных ферментов. Все испытанные сочетания ферментов повысили прирост живой массы за период опыта, одновременно повысилась эффективность использования корма. Исходя из данных таблиц 2 и 3, следует, что результаты измерений действия ферментов *in vitro* и *in vivo*, полученные даже в одной лаборатории, совпали по направленности действия только в том случае, когда в корм включали одновременно все испытанные ферменты. Различие между действием *in vitro* и *in vivo* заключается в том, что *in vitro* на субстраты действуют только экзогенные ферменты, включенные в среду инкубации, тогда как *in vivo* экзогенные ферменты дополнительно еще создают условия для действия эндогенных фер-

Таблица 2. Остатки некрахмальных полисахаридов (НПС) в среде после инкубации *in vitro* пшеницы с различными карбогидразами [15]

Table 2. Residues of non-starch polysaccharides (NPS) in the medium after *in vitro* incubation of wheat with various carbohydrases [15]

Фермент	Сахара, г/кг				
	Арабиноза	Ксилоза	Манноза	Галактоза	Общие, НПС
-	19,9a	24,7a	3,6	3,4	87,8a
Целлюлаза (Ц)	12,2cd	15,9b	2,8	3,2	65,2cd
Ксиланаза (К)	14,7b	14,7c	2,9	3,7	68,7b
Ц + К	13,1bc	12,3cd	3,3	3,8	62,0d
Ксиланаза/глюканаза (К/Г)	12,3cd	13,1cd	3,3	3,1	63,2d
Ц + К/Г	10,6d	11,0d	2,8	2,9	55,0

a – f — средние значения с разными надстрочными знаками достоверно различаются ($P < 0,05$)

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Table 3. Effect of Exogenous Carbohydrases on Nutrient Digestibility and Chick Growth (adapted from [15])

Фермент*	Переваримость, %			Прирост, г/гол.	Корм/прирост, кг
	НПС	Крахмал	Протеин		
-	6,3	92,6	73,2	436b	1,53a
Ц + П	14,0	94,7	76,3	459a	1,50b
Ц + КГ	14,0	95,7	77,5	470a	1,48b
Ц + П + КГ	12,8	95,6	77,2	456a	1,49b
Ц + П + КГ + МЦ	14,9	96,7	79,8	466a	1,45c

a – c — средние значения с разными надстрочными знаками достоверно различаются ($P < 0,05$)

*Ц — целлюлаза, П — пектиназа, КГ — ксиланаза + глюканаза, МЦ — маннаназа + целлюлаза

ментов на находящиеся внутри клеток белки, липиды, крахмал. В результате прирост продуктивности отражает суммарный эффект действия экзогенных и эндогенных ферментов. Этот подход важен для практических выводов, он не позволяет выявить механизм действия каждого фермента и его значимость в составе препарата [18]. В условиях практического животноводства проблему для прогнозирования эффективности действия ферментов создает значительная вариабельность состава НПС и частая изменчивость набора компонентов рациона, что обуславливает изменения в содержании потенциальных субстратов и их соотношении [19]. Многочисленные наблюдения позволили прийти к выводу о целесообразности использования полиферментных препаратов, особенно препаратов с карбогидразной активностью [20].

Влияние полиферментных препаратов и их компонентов на продуктивность

В одних случаях совместное включение амилазы, ксиланазы и протеазы в комбикорм кукурузно-соевого типа повышало продуктивность бройлеров [6], тогда как в других исследователи не нашли преимуществ применения поликарбогидраз по сравнению с препаратами, обладающими моноактивностью [18]. Испытание на поросятах полиферментного «коктейля» с преимущественным содержанием эндо-β-1,4 ксиланазы и эндо-β-1,3(4)-глюканазы показало, что на фоне

кукурузно-соевого рациона под влиянием ферментов произошло снижение прироста живой массы на 15%. В этом же опыте на фоне рациона, содержащего в равных долях пшеницу, рожь и ячмень, среднесуточный прирост под влиянием ферментного препарата возрос на 17% и живая масса поросят была выше, чем на фоне кукурузно-соевого рациона. Расход корма на прирост снизился у поросят, получавших корм, приготовленный на основе смеси злаков. Переваримость крахмала, протеина и энергии была ниже под влиянием ферментного препарата у поросят, получавших кукурузно-соевый рацион [21]. Интересно отметить, что у поросят, потреблявших корм, состоящий из смеси злаков, вязкость кишечного содержимого была примерно в 2 раза выше, чем у получавших корм с кукурузой, и она повышалась под влиянием ферментного препарата на фоне обоих рационов. Из этого следует, что вязкость химуса не всегда снижается под влиянием карбогидраз и не является фактором, ограничивающим продуктивность. Особенно выраженное преимущество по привесам отмечено у поросят в первую неделю после начала скормливания испытываемых кормов. Физиологические наблюдения не позволили объяснить этот феномен. Приведенные данные очередной раз подтверждают важность учета состава субстратов в скормливаемых кормах, их физического состояния и взаимодействия эндогенных и экзогенных ферментов. В исследовании на растущих индейках включение ксиланазы и β -глюканазы в рацион, состоящий из пшеницы или пшеницы и ячменя, повышало использование энергии корма, прирост живой массы и эффективность использования корма на прирост [22]. Исходя из приведенных данных необходимо продолжить исследования для выявления условий, определяющих эффективное использование β -глюканазы.

Использование маннаназы и амилазы в составе полиферментных препаратов начало получать распространение в последние годы. Субстратом β -маннаназы являются β -маннаны, присутствующие в стенке растительных клеток в виде глюкоманнанов, галактоманнанов, глюкогалактоманнанов и глюкурономаннанов [23]. Установлено, что *in vitro* β -манназа неспецифично расщепляет β -1,4-гликозидные связи в β -маннанах, приводя к образованию тетрамеров и тримеров и в меньшем количестве — маннозы и маннобиозы [24]. Изучение действия коммерческого препарата, обладающего преимущественно β -маннаназной активностью, на цыплятах кросса Хаббард показало его благоприятное действие на фоне комбикормов с пониженным содержанием ОЭ [25]. В опыте на поросятах-отъемышах, получавших кукурузно-соевый рацион, β -манназа не влияла на рост, однако под ее влиянием повысилась переваримость липидов корма, высота ворсинки тощей кишки и снизилось количество *E. coli* в слепой кишке [26]. Хотя в ряде работ сообщалось о положительном действии β -маннаназы на рост и усвояемость питательных веществ у поросят, эти данные не носят стабильного характера и требуют выяснения условий для успешного применения [27, 28, 29, 30]. Недавно проведенный метаанализ результатов, взятых из 67 рецензируемых публикаций, показал, что включение β -маннаназы в состав полиферментных комплексов улучшало рост поросят и эффективность использования корма [31].

Амилаза активно вырабатывается в организме, что обеспечивает высокую переваримость крахмала. Однако в связи с пониженной ее секрецией в первые 2–3 недели жизни у цыплят крахмал переваривается не полностью [15, 32]. Хотя крахмал (α -глюкан) построен

только из молекул глюкозы, он не является однородным веществом и существует в различных кристаллических формах с различной растворимостью. При связывании глюкозы α -1,4 связями образуется линейный полимер — амилоза и при дополнительном связывании глюкозы в положениях α -1,6 образуется амилопектин. Цыплята секретируют только α -1,4-глюкозидазу (α -амилазу), которая не расщепляет α -1,6-глюкозидную связь: для ее разрыва необходима изо-амилаза (α -1,6-глюкозидаза). Лучшую переваримость крахмала цыплятами и их рост наблюдали при соотношении амилоза/амилопектин в корме 0,23–0,35 [33]. У поросят-отъемышей полнее переваривались сухие вещества, жир, протеин и энергия при соотношении амилоза/амилопектин 0,14 [34].

При одновременном включении в корм амилазы и ксиланазы у цыплят наблюдали более высокую переваримость крахмала в подвздошной кишке по сравнению с тощей кишкой [35]. Возможно, это обусловлено тем, что по мере перемещения содержимого по кишечнику повышалось расщепление протеина крахмальных гранул, сопровождающееся улучшением доступности амилазы к крахмалу. Химические свойства и действие ферментов *in vitro* хорошо изучены, но как они проявляются в организме животных и почему их применение не всегда оправдывает ожидания, все еще остается предметом многочисленных дискуссий и исследований. Проблемы связаны с тем, что прямое действие амилазы сопровождается рядом отдаленных эффектов, проявление которых недостаточно охарактеризовано. Так, установлено, что под влиянием экзогенной амилазы снижается масса поджелудочной железы и уменьшается секреция инсулина, который влияет на рост молодняка [9]. Предполагают, что экзогенная амилаза влияет на активность дисахаридазы в кишечнике, повышая количество доступной глюкозы и одновременно ее абсорбцию через экспрессию мРНК переносчика глюкозы [10, 36]. В результате удачно складывающегося влияния на состояние организма может повышаться рост цыплят и эффективность использования корма [37, 38, 39]. В других исследованиях добавление α -амилазы в корм не улучшало перевариваемости крахмала [40] и продуктивности [39, 41]. Предполагаем, что неустойчивость результатов присуща не действию ферментов, а неодинаковым условиям экспериментов, в которых их используют.

Доказательства эффективности применения экзогенных ферментов в свиноводстве менее устойчивы. Причины этих различий связывают с различиями в типах и качестве зерна злаков, возрасте животных и свойствах используемых ферментов [42]. Хотя эти факторы следует учитывать, однако они не могут быть определяющими, так как сырьевой набор комбикормов для птицы и свиней фактически одинаков. Главной причиной в данном случае являются существенные различия в строении пищеварительной системы и времени пребывания перевариваемого корма в желудке и кишечнике, а также особенности самого процесса переваривания корма. В эксперименте на поросятах-отъемышах было показано успешное применение комплексного препарата, содержащего ксиланазу, амилазу и протеазу. Под влиянием ферментов значительно возрастал уровень переваренных аминокислот и обменной энергии корма. В кишках возрастала концентрация масляной, пропионовой и уксусной кислот, что привело к снижению количества кооформных бактерий и увеличению лактобацилл. В результате повысился прирост живой массы как в первые 7 дней после отъема, так и в последующие 3 недели [42].

На цыплятах-бройлерах, получавших корм, приготовленный на основе кукурузы с добавкой фитазы, изучали влияние амилазы, ксиланазы и протеазы [43]. В проведенном эксперименте наибольшее влияние оказали карбогидразы на переваримость крахмала, что можно связать с присутствием в их составе амилазы, тогда как дополнительное включение протеазы на этот показатель не повлияло (табл. 4).

Живая масса цыплят несколько возросла под влиянием карбогидраз, но еще больше при дополнительном включении на этом фоне протеазы. Положительное действие на рост цыплят наблюдали при использовании полиферментного препарата, включавшего ксиланазу, амилазу, протеазу и фитазу [14]. Цыплятам негативного контроля скармливали комбикорм с пониженным уровнем ОЭ и доступного фосфора, наблюдая при этом существенное снижение переваримости протеина, фосфора, энергии и роста цыплят (табл. 5).

Включение в состав корма 3-й группы карбогидраз и протеазы не изменило переваримости протеина и фосфора, но повысило живую массу и эффективность использования корма по сравнению с результатами 2-й группы. Дополнительное включение фитазы в корм 4-й группы повысило переваримость фосфора, но не повлияло на протеин и даже снизило переваримость энергии, хотя при этом не изменился рост по сравнению с цыплятами 3-й группы. Совместное использование карбогидраз, протеазы и фитазы в рационе 5-й группы существенно повысило ОЭ корма, рост цыплят и снизило расход корма на прирост по сравнению с цыплятами 2, 3 и 4-й групп. Удвоение доз карбогидраз и протеазы привело к максимальному использованию энергии корма, превысившему даже показатели группы положительного контроля, однако переваримость фосфора оставалась такой же низкой, как и в 3-й группе, что, возможно, и ограничило рост цыплят и эффективность использования корма по сравнению с 1-й группой. В большинстве случаев фитаза повышает продуктивность бройлеров, однако отсутствие ее эффекта в описанном исследовании не нашло объяснения [14].

Скармливание цыплятам-бройлерам комбикорма со сниженной питательностью до 21-дневного возраста обеспечило наилучшую продуктивность в присутствии карбогидразы, тогда как ее действие совместно с фитазой было слабее. Однако за период с 22-го по 42-й день опыта и в расчете за весь период с 1-го по 42-й день рост цыплят под влиянием испытанных вариантов добавок оказался практически одинаковым [44]. По нашему

Таблица 4. Влияние карбогидраз и протеазы на продуктивность и использование питательных веществ цыплятами-бройлерами

Table 4. Effects of carbohydrases and proteases on growth and nutrient use in broiler chicks (adapted from [43])

Показатели	Основной рацион (ОП)	ОП + ксиланазы + амилаза	ОП + ксиланазы + амилаза + протеаза
Живая масса в 42 дня, г	3166,5b	3234,6ab	3323,5a
Расход корма на 1 кг привеса, кг	1,64	1,62	1,60
Переваримость в подвздошной кишке, %			
Протеин	83,3	84,1	84,1
Крахмал	92,7c	97,3a	97,5a
Жир	86,2c	88,8ab	89,9a
Валовая энергия	70,5c	72,2a–c	72,1a–c
ОЭ в подвздошной кишке, ккал/кг	3192,0c	3268,0a–c	3266,0a–c
Ретенция азота, %	68,9b	70,6ab	69,1b

a–c — средние величины с одинаковыми буквами достоверно не различаются ($P < 0,05$)

Таблица 5. Влияние карбогидраз, протеазы и фитазы на переваримость питательных веществ и рост цыплят-бройлеров

Table 5. Effect of carbohydrases, protease and phytase on nutrient digestibility and growth of broiler chickens (from [14])

№	Добавлено в корм	Идеальная переваримость			Возраст 28 дней	
		Энергия, ккал/кг	Протеин, %	Фосфор, %	Живая масса, г	Корма на 1 кг проста, кг
1	Положительный контроль	2875	79,6	64,6	1078	1,447
2	Негативный контроль (НК)	2712	77,2	60,2	878	1,742
3	НК + 100 мг/кг КАП*	2731	77,6	60,6	939	1,596
4	НК + 100 мг/кг фитаза**	2649	77,1	64,1	932	1,614
5	НК + 100 мг/кг КАП + фитаза	2716	78,1	62,7	1000	1,561
6	НК + 200 мг/кг КАП	2925	80,0	60,6	966	1,588
7	НК + 200 мг/кг фитаза	2691	78,1	63,5	948	1,591

*КАП — 1 г КАП содержал: 1500 ед. ксиланазы, 2000 ед. амилазы, 20 000 ед. протеазы

**Фитаза — 1 г содержал: 5000 ед. фитазы

Положительный контроль: ОЭ — 3050 ккал/кг; сырой протеин -21,5%; не фитатный фосфор — 0,40%

НК: ОЭ — 2870 ккал/кг; сырой протеин -21,5%; нефитатный фосфор — 0,24%

мнению на фоне кукурузно-соевого рациона с пониженной питательностью достаточно включать в рацион один из испытанных ферментных препаратов, поскольку их совместное использование не показало преимуществ.

В большинстве случаев действие ферментов более выражено при испытании их действия на животных раннего возраста. Однако при удачно обоснованном составе и дозировке ферментных препаратов они положительно влияют на продуктивность и взрослых особей. Так, при скармливании курам-несушкам кукурузно-соевого комбикорма со сниженным содержанием протеина, энергии наблюдали снижение яйценоскости. Включение в корм с пониженной питательностью поли-

ферментного коммерческого препарата, который содержал несколько карбогидраз, протеазу и фосфатазу, привело даже к некоторому увеличению продуктивности по сравнению с группой, получавшей сбалансированный по питательности комбикорм. Однако если в рационе дополнительно был понижен уровень фосфора, то яйценоскость в присутствии ферментного препарата сравнялась с таковой в группе положительного контроля [7].

Как было указано выше, не всегда испытания сочетаний ферментов завершаются положительными результатами. Это вполне естественно для поисковых работ и отражает сложность выбора необходимых ферментов, их доз и, что не менее важно, обоснование выбора надлежащего состава рационов в качестве фона для испытаний, поскольку должны быть охарактеризованы содержащиеся в них субстраты и соответственно выбраны к ним ферменты. Специалисты считают, что при отсутствии результатов, подтверждающих необходимость каждого компонента в составе полиферментного комплекса, нет доказательств, подтверждающих их необходимость в составе препарата [18]. При сравнении действия двух коммерческих полиферментных препаратов, один из которых содержал 2200 ед./г ксиланазы, 200 ед./г β -глюканазы, 100 ед./г целлюлазы, 100 ед./г пектиназы, а другой 1800 ед./г ксиланазы, 2600 ед./г β -глюканазы, 500 ед./г целлюлазы, на фоне кукурузно-соевых рационов, соответствующих рекомендациям по питательности при выращивании цыплят Росс 308, выявили повышение роста цыплят во все периоды выращивания [45]. Увеличение в составе второго препарата концентрации глюканазы в 13 раз и целлюлазы в 5 раз не создало ему существенного преимущества по действию на рост и расход корма и даже несколько снизило эти показатели. В данном эксперименте интерес вызывает то, что выраженное позитивное действие добавок ферментов наблюдали на фоне рационов, отвечающих рекомендациям поставщика кросса. В присутствии карбогидраз снижалась выработка холецистокинина, который влияет на аппетит: она возрастала при добавлении протеазы в состав полиферментного комплекса. Экзогенные карбогидразы повышали активность трипсина в поджелудочной железе, но их стимулирующее действие ослабевало в присутствии экзогенной протеазы [37]. Нарушение рекомендаций по включению в корм

ферментов и их передозировка угнетают секрецию эндогенных ферментов и могут отрицательно сказаться на здоровье [46]. Механизмы влияния экзогенных ферментов на реализацию генетической информации только начали изучать, не установлены количественные взаимоотношения между дозой ферментов и активностью соответствующих матричных РНК. В связи с этим действие полиферментных препаратов зависит не только от их дозы, но и от других специфических свойств ферментов. Количественный учет всех влияющих факторов невозможен, поэтому к применению ферментов и составу полиферментных препаратов подходят с позиций общих знаний их свойств, реализация которых изменчива, что подтверждается противоречивыми результатами, получаемыми при испытаниях ферментов.

Заключение

Применение ферментных препаратов, обладающих одной целевой активностью, не всегда было успешным: неудачи обосновывали предположениями, связанными с качеством ферментных препаратов. В дальнейшем были созданы высокоактивные ферменты с заданными свойствами и снижена их стоимость, что часто позволяло достигать высокой экономической эффективности, однако получение стабильных результатов так и не достигло желаемого уровня. Процессы, лежащие в основе пищеварения, включают последовательное действие разных ферментов в условиях меняющейся среды ЖКТ, что в известной мере явилось поводом для разработки полиферментных ферментных препаратов. При этом в стороне остается проявление косвенных эффектов, прямо не связанных с гидролитическим действием ферментов, но иногда оказывающих необъяснимое положительное влияние на организм. В настоящее время главной проблемой для прогнозирования успешного использования ферментов остается слабая изученность состава субстратов и отсутствие информации о влиянии их структурной организации на доступность действию ферментов. Это создает трудности для прогнозирования экономической эффективности применения как моно-, так и полиферментных препаратов. На основании многочисленных публикаций наиболее успешными в практических условиях можно считать сочетания ксиланазы и фитазы, которые в некоторых случаях усиливаются добавлением протеазы и (или) амилазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крюков В.С., Глебова И.В., Антипов А.А. Оценка действия фитаз в пищеварительном тракте и использование препаратов фитазы в питании животных (обзор). Проблемы биологии продуктивных животных. 2019, 2: 19–43.
2. Cowieson A. J. Strategic Selection of Exogenous Enzymes for Corn/soy-based Poultry Diets. Poultry Science. 2010, 47: 1–7.
3. Vieira S.L., Stefanello C., Sorbara J.O.B. Formulating poultry diets based on their indigestible components. Poultry Science. 2014, 93: 2411–2416.
4. Raza A., Bashir S., Tabassum R. An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry. Heliyon, 2019 5e 01437. doi: 10.1016/j.heliyon.2019. e01437
5. Choct M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. World's Poultry Science Journal. 2006, 62: 5–16.
6. Cowieson A.J., Ravindran V. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and aminoacids. British Poultry Science. 2008, 49: 37–44.
7. Lee K. W., Choi Y. I., Moon E. J., Oh S. T., Lee H. H., Kang C. W., An B. K. Evaluation of Dietary Multiple Enzyme Preparation (Natuzyne) in Laying Hens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2014, 27(12): 1749–1754.
8. Cowieson A.J., Bedford M.R. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: complimentary mode of action? World's Poultry Science Journal. 2009, 65: 609–624.
9. Gao F., Jiang Y., Zhou G.H., Han Z.K. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. Animal Feed Science and Technology. 2008, 142: 173–184.
10. Yuan J., Wang X., Yin D., Wang M., Yin X., Lei Z., Guo Y. Effect of different amylases on the utilization of corn starch in broiler chickens. Poultry Science. 2017, 96: 1139–1148.
11. Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition — their current value and future benefits. Animal Feed Science and Technology. 2000, 86: 1–13.
12. Tejedor A.A., Albino L.F.T., Rostagno H.S., Lima C.A.R., Vieites F.M. Effect of Enzymes Supplementation in Corn Soybean Meal Broiler Diets on Ileal Digestibility of Nutrients. Revista Brasileira de Zootecnia. 2001, 30: 809–816.
13. Gomes J. E. G., da Silva Nascimento T. C. E., de Fran a Queiroz A. E. S., de Siqueira Silva J. I. j nior, de Souza Motta C. M.,

de Medeiros E. V. and Moreira K. A. Production, characterization and evaluation of in vitro digestion of phytases, xylanases and cellulases for feed industry. *African Journal of Microbiology Research*. 2014, 8: 551–558.

14. Cowieson A. J., Adeola O. Carbohydrases, Protease, and Phytase Have an Additive Beneficial Effect in Nutritionally Marginal Diets for Broiler Chicks. *Poultry Science*. 2005, 84:1860–1867.

15. Meng X., Slominski B., Nyachoti A., Campbell C.M., Guenter L.D. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Science*. 2005, 84:37–47.

16. De La Mare, M., Guais, O., Bonnin, E., Weber, J., Francois, J.M., Molecular and biochemical characterization of three GH62 α -l-arabinofuranosidases from the soil deuteromycete *Penicillium funiculosum*. *Enzyme and Microbial Technology*. 2013, 53 (5): 351–358.

17. Cozannet, P., Neto, R.M., Geraert, P.-A., Kidd M. Feedase: the new generation of feed enzymes to optimise complete nutrient availability in diets: feed science. *AFMA Matrix*. 2017, 26: 24–25.

18. Masey O'Neill H. V., Smith J. A. and Bedford M. R. Multicarbhydrase Enzymes for Non-ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014, 27: 290–301.

19. Theander, O., Westerlund E., Aman P., Graham H. Plant cell walls and monogastric diets. *Animal Feed Science and Technology*. 1989, 23: 205–225.

20. Slominski B. A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets *Poultry Science*. 2011, 90: 2013–2023.

21. Willamil J., Badiola I., Devillard E., Geraert P. A., Torrallardona D. Wheat-barley-rye- or corn-fed growing pigs respond differently to dietary supplementation with a carbohydrase complex. *Journal of Animal Science*. 2012, 90: 824–832.

22. Mathlouthi N., Juin H., Larbier M. Effect of xylanase and β -glucanase supplementation of wheat- or wheat- and barley-based diets on the performance of male turkeys. *British Poultry Science*. 2003, 44: 291–298.

23. Aman P, Graham H. Chemical Evaluation of Polysaccharides in Animal Feeds. In: *Feedstuff Evaluation*, Eds: Wiseman, J. and Cole D.J.A. Chapter 9, London, UK; 1990. p.161–177.

24. Parker K. N., Chhabra S. R., Lam D. Galactomannanases Man2 and Man5 from *Thermotoga* species: growth physiology on galactomannans, gene sequence analysis, and biochemical properties of recombinant enzymes. *Biotechnology and Bioengineering*. 2001, 75: 322–333.

25. Rehman Z. U., Aziz T., Bhatti S. A., Ahmad G., Kamran J., Umar S., Meng and Ding C. Effect of β -mannanase on the Performance and Digestibility of Broilers. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2016, 11: 393–398.

26. Jang J.-C., Kim K. H., Jang Y. D., Kim Y. Y. Effects of dietary β -mannanase supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility, intestinal integrity, and immune responses in weaning pigs. *Animals*. 2020, 10: 703–709.

27. Pettet L.A., Carter S.D., Senne, B.W., Shriver, J.A. Effects of β -mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2002, 80: 1012–1019.

28. Carr S.N., Alee G.L., Rincker P.J., Fry R.S., Boler D.D. Effects of endo-1,4- β -d-mannanase enzyme (Hemicell HT 1.5) on the growth performance of nursery pigs. *The Professional Animal Scientist*. 2014, 30: 393–399.

29. Latham R., Williams M., Smit K., Stringfellow K., Brister R., Clemente S., Lee J. Effect of β -mannanase on growth performance, ileal digestible energy, and intestinal viscosity of male broilers fed a reduced energy diet. *The Journal of Applied Poultry Research*. 2016, 25: 40–47.

30. Huntley N.F., Nyachoti C.M., Patience J.F. Lipopolysaccharide immune stimulation but not β -mannanase supplementation affects maintenance energy requirements in young weaned pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018, 9: 47–63.

31. Torres-Pitarch A., Manzanilla E.G., Gardiner G.E., O'Doherty J.V., Lawlor P.G. Systematic review and meta-analysis

of the effect of feed enzymes on growth and nutrient digestibility in grow-finisher pigs: Effect of enzyme type and cereal source. *Animal Feed Science and Technology*. 2019, 251: 153–165.

32. Noy Y., Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 1995, 74:366–373.

33. Ma J, Yang T, Yang M, Yan Z, Zhao L, Yao L, Chen J, Chen Q, Tan B, Li T, Yin J, Yin Y. Effects of dietary amylose/amylopectin ratio and amylase on growth performance, energy and starch digestibility, and digestive enzymes in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*. 2020, 104: 928–935.

34. Gao X., Yu B., Yu J., Mao X., Huang Z., Luo Y., Luo J., Zheng P., He J., Chen D. Effects of Dietary Starch Structure on Growth Performance, Serum Glucose–Insulin Response, and Intestinal Health in Weaned Piglets. *Animals*. 2020, 10 (3): 543. <https://doi.org/10.3390/ani1003054>.

35. Stefanello C., Vieira S. L., Santiago G. O., Kindlein L., Sorbara J. O. B., Cowieson A. J. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poultry Science*. 2015, 94:2472–2479.

36. Shimada M., Mochizuki K., Goda T. Feeding rats dietary resistant starch shifts the peak of SGLT1 gene expression and histone H3 acetylation on the gene from the upper jejunum toward the ileum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009, 57: 8049–8055.

37. Gracia M.I., Aranibar M.J., Lázaro R., Medel P., Mateos G.G. Alfa-amylase Supplementation of Broiler Diets Based on Corn. *Poultry Science*. 2003, 82: 436–442.

38. Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z, Wang T. Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2008, 21: 97–102.

39. Kaczmarek S.A., Rogiewicz A., Mogielnicka M., Rutkowski A., Jones R.O., Slominski B.A. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science*. 2014, 93: 1745–1753.

40. Mahagna M., Nir I., Larbier M., Nitsan Z. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. *Reproduction Nutrition Development*. 1995, 35: 201–212.

41. Yegani M., Korver D.R. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 2013, 92:1208–1220.

42. Yi J. Q., Piao X. S., Li Z. C., Zhang H. Y., Chen Y., Li Q. Y., Liu J. D., Zhang Q., Ru Y. J., and Dong B. The Effects of Enzyme Complex on Performance, Intestinal Health and Nutrient Digestibility of Weaned Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2013, 26:1181–1188.

43. Wealleans A. L., Walsh M. C., Romero L. F., V. Ravindran. Comparative effects of two multi-enzyme combinations and a *Bacillus* probiotic on growth performance, digestibility of energy and nutrients, disappearance of non-starch polysaccharides, and gut microflora in broiler chickens. *Poultry Science*. 2017, 96:4287–4297.

44. Mohiti-Asli M., Ghanaatparast-Rashti M., Akbarian P. and Mousavi S. N. Effects of a combination of phytase and multi-carbohydrase enzymes in low-density corn–soybean meal based diets on growth performance and ileal nutrients digestibility of male broilers. *Italian Journal of Animal Science*. 2020, 19: 1533–1541.

45. Goli S., Shahryar H. A. Effect of Enzymes Supplementation (Rovabio and Kemin) on some Blood Biochemical Parameters, Performance and Carcass Characterizes in Broiler Chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2015, 5 (issue 1, №1): 127–131.

46. Cowieson A.J., Acamovic T., Bedford M.R. Using the precision-feeding bioassay to determine the efficacy of exogenous enzymes - A new perspective. *Animal Feed Science and Technology*. 2006, 129(1–2):149–158.

2014, 93: 2411–2416

4. Raza A., Bashir S., Tabassum R. An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry. *Heliyon*, 2019 5e 01437. doi: 10.1016/j.heliyon.2019. e0143

5. Choct M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*. 2006, 62: 5–16.

6. Cowieson A.J., Ravindran V. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and aminoacids. *British Poultry Science*. 2008, 49: 37–44.

REFERENCES

1. Kryukov, V. S., Glebova, I. V., and Antipov, A. A., Evaluation of the phytase activity in the gastrointestinal tract and the use of phytase preparations in the animal diet (review), *Problemy Biol. Produkt. Zhivotnykh*, 2019; 2: 19–43. (in Russ.).

2. Cowieson A. J. Strategic Selection of Exogenous Enzymes for Corn/soy-based Poultry Diets. *Poultry Science*. 2010, 47: 1–7.

3. Vieira S.L., Stefanello C., Sorbara J.O.B. Formulating poultry diets based on their indigestible components. *Poultry Science*.

7. Lee K. W., Choi Y. I., Moon E. J., Oh S. T., Lee H. H., Kang C. W., An B. K. Evaluation of Dietary Multiple Enzyme Preparation (Natuzyne) in Laying Hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014, 27(12): 1749–1754.
8. Cowieson A.J., Bedford M.R. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: complimentary mode of action? *World's Poultry Science Journal*. 2009, 65: 609–624.
9. Gao F., Jiang Y., Zhou G.H., Han Z.K. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2008, 142: 173–184.
10. Yuan J., Wang X., Yin D., Wang M., Yin X., Lei Z., Guo Y. Effect of different amylases on the utilization of corn starch in broiler chickens. *Poultry Science*. 2017, 96: 1139–1148.
11. Bedford M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition — their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 2000, 86: 1–13.
12. Tejedor A.A., Albino L.F.T., Rostagno H.S., Lima C.A.R., Vieites F.M. Effect of Enzymes Supplementation in Corn Soybean Meal Broiler Diets on Ileal Digestibility of Nutrients. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2001, 30: 809–816.
13. Gomes J. E. G., da Silva Nascimento T. C. E., de França Queiroz A. E. S., de Siqueira Silva J. I. Júnior, de Souza Motta C. M., de Medeiros E. V. and Moreira K. A. Production, characterization and evaluation of in vitro digestion of phytases, xylanases and cellulases for feed industry. *African Journal of Microbiology Research*. 2014, 8: 551–558.
14. Cowieson A. J., Adeola O. Carbohydrases, Protease, and Phytase Have an Additive Beneficial Effect in Nutritionally Marginal Diets for Broiler Chicks. *Poultry Science*. 2005, 84: 1860–1867.
15. Meng X., Slominski B., Nyachoti A., Campbell C.M., Guenter L.D. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Science*. 2005, 84: 37–47.
16. De La Mare, M., Guais, O., Bonnin, E., Weber, J., Francois, J.M., Molecular and biochemical characterization of three GH62 α -l-arabinofuranosidases from the soil deuteromycete *Penicillium funiculosum*. *Enzyme and Microbial Technology*. 2013, 53 (5): 351–358.
17. Cozannet, P., Neto, R.M., Geraert, P.-A., Kidd M. Feedase: the new generation of feed enzymes to optimise complete nutrient availability in diets: feed science. *AFMA Matrix*. 2017, 26: 24–25.
18. Masey O'Neill H. V., Smith J. A. and Bedford M. R. Multicarbohydrase Enzymes for Non-ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014, 27: 290–301.
19. Theander, O., Westerlund E., Aman P., Graham H. Plant cell walls and monogastric diets. *Animal Feed Science and Technology*. 1989, 23: 205–225.
20. Slominski B. A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*. 2011, 90: 2013–2023.
21. Willamil J., Badiola I., Devillard E., Geraert P. A., Torralardona D. Wheat-barley-rye- or corn-fed growing pigs respond differently to dietary supplementation with a carbohydrase complex. *Journal of Animal Science*. 2012, 90: 824–832.
22. Mathlouthi N., Juin H., Larbier M. Effect of xylanase and β -glucanase supplementation of wheat- or wheat- and barley-based diets on the performance of male turkeys. *British Poultry Science*. 2003, 44: 291–298.
23. Aman P., Graham H. Chemical Evaluation of Polysaccharides in Animal Feeds. In: *Feedstuff Evaluation*, Eds: Wiseman, J. and Cole D.J.A. Chapter 9, London, UK; 1990, p.161–177.
24. Parker K. N., Chhabra S. R., Lam D. Galactomannanases Man2 and Man5 from *Thermotoga* species: growth physiology on galactomannans, gene sequence analysis, and biochemical properties of recombinant enzymes. *Biotechnology and Bioengineering*. 2001, 75: 322–333.
25. Rehman Z. U., Aziz T., Bhatti S. A., Ahmad G., Kamran J., Umar S., Meng and Ding C. Effect of β -mannanase on the Performance and Digestibility of Broilers. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2016, 11: 393–398.
26. Jang J.-C., Kim K. H., Jang Y. D., Kim Y. Y. Effects of dietary β -mannanase supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility, intestinal integrity, and immune responses in weaning pigs. *Animals*. 2020, 10: 703–709.
27. Pettet L.A., Carter S.D., Sennie, B.W., Shriver, J.A. Effects of β -mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2002, 80: 1012–1019.
28. Carr S.N., Alee G.L., Rincker P.J., Fry R.S., Boler D.D. Effects of endo-1,4- β -d-mannanase enzyme (Hemicell HT 1.5) on the growth performance of nursery pigs. *The Professional Animal Scientist*. 2014, 30: 393–399.
29. Latham R., Williams M., Smit K., Stringfellow K., Brister R., Clemente S., Lee J. Effect of β -mannanase on growth performance, ileal digestible energy, and intestinal viscosity of male broilers fed a reduced energy diet. *The Journal of Applied Poultry Research*. 2016, 25: 40–47.
30. Huntley N.F., Nyachoti C.M., Patience J.F. Lipopolysaccharide immune stimulation but not β -mannanase supplementation affects maintenance energy requirements in young weaned pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018, 9: 47–63.
31. Torres-Pitarch A., Manzanilla E.G., Gardiner G.E., O'Doherty J.V., Lawlor P.G. Systematic review and meta-analysis of the effect of feed enzymes on growth and nutrient digestibility in grow-finisher pigs: Effect of enzyme type and cereal source. *Animal Feed Science and Technology*. 2019, 251: 153–165.
32. Noy Y., Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 1995, 74: 366–373.
33. Ma J., Yang T., Yang M., Yan Z., Zhao L., Yao L., Chen J., Chen Q., Tan B., Li T., Yin J., Yin Y. Effects of dietary amylose/amylopectin ratio and amylase on growth performance, energy and starch digestibility, and digestive enzymes in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl)*. 2020, 104: 928–935.
34. Gao X., Yu B., Yu J., Mao X., Huang Z., Luo Y., Luo J., Zheng P., He J., Chen D. Effects of Dietary Starch Structure on Growth Performance, Serum Glucose–Insulin Response, and Intestinal Health in Weaned Piglets. *Animals*. 2020, 10 (3): 543. <https://doi.org/10.3390/ani1003054>.
35. Stefanello C., Vieira S. L., Santiago G. O., Kindlen L., Sorbara J. O. B., Cowieson A. J. Starch digestibility, energy utilization, and growth performance of broilers fed corn-soybean basal diets supplemented with enzymes. *Poultry Science*. 2015, 94: 2472–2479.
36. Shimada M., Mochizuki K., Goda T. Feeding rats dietary resistant starch shifts the peak of SGLT1 gene expression and histone H3 acetylation on the gene from the upper jejunum toward the ileum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009, 57: 8049–8055.
37. Gracia M.I., Aranibar M.J., Lázaro R., Medel P., Mateos G.G. Alfa-amylase Supplementation of Broiler Diets Based on Corn. *Poultry Science*. 2003, 82: 436–442.
38. Jiang Z., Zhou Y., Lu F., Han Z., Wang T. Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2008, 21: 97–102.
39. Kaczmarek S.A., Rogiewicz A., Mogielnicka M., Rutkowski A., Jones R.O., Slominski B.A. The effect of protease, amylase, and nonstarch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science*. 2014, 93: 1745–1753.
40. Mahagna M., Nir I., Larbier M., Nitsan Z. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. *Reproduction Nutrition Development*. 1995, 35: 201–212.
41. Yegani M., Korver D.R. Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 2013, 92: 1208–1220.
42. Yi J. Q., Piao X. S., Li Z. C., Zhang H. Y., Chen Y., Li Q. Y., Liu J. D., Zhang Q., Ru Y. J., and Dong B. The Effects of Enzyme Complex on Performance, Intestinal Health and Nutrient Digestibility of Weaned Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2013, 26: 1181–1188.
43. Wealleans A. L., Walsh M. C., Romero L. F., V. Ravindran. Comparative effects of two multi-enzyme combinations and a *Bacillus* probiotic on growth performance, digestibility of energy and nutrients, disappearance of non-starch polysaccharides, and gut microflora in broiler chickens. *Poultry Science*. 2017, 96: 4287–4297.
44. Mohiti-Asli M., Ghanaatparast-Rashti M., Akbarian P. and Mousavi S. N. Effects of a combination of phytase and multi-carbohydrase enzymes in low-density corn-soybean meal based diets on growth performance and ileal nutrients digestibility of male broilers. *Italian Journal of Animal Science*. 2020, 19: 1533–1541.
45. Goli S., Shahryar H. A. Effect of Enzymes Supplementation (Rovabio and Kemim) on some Blood Biochemical Parameters, Performance and Carcass Characterizes in Broiler Chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2015, 5 (issue 1, №1): 127–131.
46. Cowieson A.J., Acamovic T., Bedford M.R. Using the precision-feeding bioassay to determine the efficacy of exogenous enzymes - A new perspective. *Animal Feed Science and Technology*. 2006, 129(1-2): 149–158.

УДК 636.2.033

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-44-47>

Оригинальное исследование/Original research

Лашкова Т.Б.,
Петрова Г.В.,
Жукова М.Ю.

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук филиал «Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 173516, Новгородская обл., Новгородский р-н, д. Борки, ул. Парковая, д. 2
E-mail: laschkowa@mail.ru

Ключевые слова: кормовая добавка ZIGBIR®, коэффициенты переваримости, сухостойные коровы, сохранность приплода

Для цитирования: Лашкова Т.Б., Петрова Г.В., Жукова М.Ю. Влияние гепатопротектора ZIGBIR® на организм стельных сухостойных коров. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 44–47.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-44-47>

Конфликт интересов отсутствует

Tatyana B. Lashkova,
Galina V. Petrova,
Maria Yu. Zhukova

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences branch of the Novgorod Research Institute of Agriculture, 173516, Novgorod region, Novgorodsky district, Borki village, Parkovaya st., 2.
E-mail: laschkowa@mail.ru

Key words: ZIGBIR® feed additive, digestibility coefficients, dry cows, safety of offspring

For citation: Lashkova T.B., Petrova G.V., Zhukova M.Yu. The effect of the ZIGBIR® hepatoprotector on the body of pregnant dry cows. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 44–47. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-44-47>

There is no conflict of interests

Влияние гепатопротектора ZIGBIR® на организм стельных сухостойных коров

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Кормовая добавка ZIGBIR®, состоящая из набора растений, влияющих на состояние и восстановление гепатоцитов, уникальна и представляет интерес для исследований. В результате эксперимента изучена целесообразность и эффективность использования растительной кормовой добавки ZIGBIR® в рационах стельных сухостойных коров. Показано ее влияние на усвоение питательных веществ рациона, биохимические показатели, сохранность молодняка и гинекологические заболевания.

Методы. Экспериментальная часть работы была выполнена в сельскохозяйственном кооперативе «Имени Ильича» Новгородской области на коровах сухостойного периода. По принципу аналогов были сформированы три группы животных — контрольная и две опытных ($n = 10$ в каждой) из коров, находящихся в запуске, учитывая даты планируемого отела. Животные первой опытной группы помимо основного рациона получали кормовую добавку ZIGBIR® в количестве 20 г/гол/сутки, второй опытной группы — 25 г/гол/сутки.

Результаты. В результате научных исследований было установлено, что группы коров, получавших дополнительно к основному рациону кормовую добавку, лучше усваивали питательные вещества, так коэффициент переваримости сухого вещества в первой опытной группе увеличился на 0,9%, во второй — на 0,4%. Аналогичное повышение коэффициентов переваримости наблюдалось по органическому веществу (на 1,7–8,3%), сырому протеину, сырому жиру, БЭВ и сырой клетчатке. Введение в рацион добавки не привело к ухудшению биохимических показателей. Так, например, значение белкового индекса (соотношение альбуминов к глобулинам), показывающего интенсивность белкового обмена, в контрольной группе равнялось 0,66, и было ниже физиологического предела на 27%. Однако в обеих опытных группах его показатели выросли и практически пришли к норме со значениями 0,9 и 0,8 соответственно. Снижение послеродовых патологий и увеличение сохранности молодняка позволяет предположить терапевтическую эффективность кормовой добавки ZIGBIR®.

Effect of ZIGBIR® hepatoprotector on the body of pregnant dry cows

ABSTRACT

Relevance. ZIGBIR® feed additive, consisting of a set of plants that affect the state and recovery of hepatocytes, is unique and is of interest for research. As a result of the experiment, the feasibility and effectiveness of using the plant feed additive ZIGBIR® in the diets of pregnant dry cows was studied. Its effect on the absorption of nutrients in the diet, biochemical parameters, the safety of young animals and gynecological diseases is shown.

Methods. The experimental part of the work was carried out in the Agricultural Cooperative "Named after Ilyich" of the Novgorod region on cows of the dry period. According to the principle of analogs, three groups of animals were formed — a control group and two experimental ones ($n = 10$ in each) from cows that were in the run taking into account the dates of the planned calving. The animals of the first experimental group, in addition to the main diet, received a feed additive ZIGBIR® in the amount of 20 g/head/day, the second experimental group — 25 g/head/day.

Results. As a result of scientific research, it was found that groups of cows that received a feed supplement in addition to the main diet were better able to absorb nutrients. So the coefficient of dry matter digestibility in the first experimental group increased by 0.9%, in the second — by 0.4%. A similar increase in the digestibility coefficients was observed for organic matter (by 1.7–8.3%), crude protein, crude fat, BEV and crude fiber. The introduction of the supplement into the diet did not lead to a deterioration in biochemical parameters. For example, the value of the protein index (the ratio of albumins to globulins), indicating the intensity of protein metabolism, in the control group was 0.66, and was below the physiological limit by 27%. However, in both experimental groups its indicators increased and almost returned to normal with values of 0.9 and 0.8 respectively. The reduction of postpartum pathologies and the increase in the safety of young animals suggests the therapeutic effectiveness of the ZIGBIR® feed additive.

Поступила: 12 января
После доработки: 1 апреля
Принята к публикации: 10 апреля

Received: 12 January
Revised: 1 April
Accepted: 10 April

К окончанию лактации с молоком из организма коровы выносятся большое количество питательных веществ и минералов, которое не может поступить с кормами. Поэтому у сухостойных коров нарушения обмена веществ встречаются довольно часто, и если они не всегда проявляются клинически, то во всех случаях сопровождаются снижением продуктивности, воспроизводительных функций и рождением неполноценного приплода.

Больше всего в этой ситуации страдает печень, которая занимает ключевые позиции в динамике гомеостаза, играет важную роль в адаптационных реакциях, участвует в осуществлении метаболических функций. Важнейшей составляющей печени является защитная функция, заключающаяся в детоксикации лекарственных препаратов, гормонов, токсических аминов [1, 2, 3]. Таким образом, для нормализации всех видов обмена необходимо поддерживать функциональное состояние печени с помощью различных лекарственных средств, биоактивных добавок как синтетического, так и растительного происхождения, в том числе отходов агробизнеса [1]. В настоящее время существует потребность в альтернативных кормовых добавках, которые не только способствуют повышению продуктивности, но и стимулируют иммунную систему и антиоксидантную защиту [3, 4].

Растительные добавки с недавних пор вызывают наиболее пристальное внимание из-за своих свойств, позволяющих минимизировать вред организму животного, не уступая по эффективности синтезированным препаратам [1, 6]. Травы и растительные экстракты использовались в течение длительного времени и в ветеринарной медицине [10]. Они привлекают все больший интерес в качестве альтернативной стратегии кормления для замены антибиотиков и стимуляторов роста, положительно влияя на окислительную стабильность мяса и его состав [10, 7, 8, 9].

Исследуемая нами кормовая добавка ZIGBIR® представляет собой многотравную композицию, состоящую из четырех лекарственных растений, а именно: Андрограссы метельчатой (*Andrographis paniculata*), Берхавии раскидистой (*Boerhaavia diffusa*), Филантуса горького (*Phyllanthus amarus*) и Паслена черного (*Solanum nigrum*), которые защищают печень от различных токсинов. Эта добавка тонизирует печень и улучшает ее функции, ускоряет процессы регенерации и стимулирует вялую паренхиму печени. Она также улучшает секрецию и отток желчи и способствует метаболизму жиров [11].

На различных животных было доказано, что андрографолид, основной активный компонент *A. paniculata*, и дитерпеноидный лактон отвечают за антигепатотоксическую активность. Лечение экстрактом *A. paniculata* вызывало заметное увеличение клеточных антиоксидантных компонентов с одновременным снижением перекисного окисления липидов [12].

Поэтому кормовая добавка Зигбир (ZIGBIR®), состоящая из набора растений, влияющих на состояние и восстановление гепатоцитов, уникальна и представляет интерес для исследований.

Цель исследований заключалась в изучении эффективности использования растительной кормовой добавки ZIGBIR® в рационе стельных сухостойных коров. В задачи исследований входило изучение влияния добавки ZIGBIR® на переваримость питательных веществ рациона, биохимические показатели сывортки крови, сохранность приплода, снижение гинекологических патологий при отеле и в послеотельный период. Также

задачей являлось определение оптимальной дозы кормовой добавки, учитывая высокую нагрузку на функциональное состояние печени в период глубокой стельности.

Материал и методы

Экспериментальная часть работы была выполнена в сельскохозяйственном кооперативе «Имени Ильича» Новгородской области на коровах сухостойного периода. По принципу аналогов были сформированы три группы животных — контрольная и две опытных ($n = 10$ в каждой) из коров, находящихся в запуске, с учетом даты планируемого отела. Животные контрольной группы потребляли основной рацион из имеющихся в хозяйстве кормов, скорректированный на основании полученных данных их химического состава. Животные первой опытной группы помимо основного рациона получали кормовую добавку ZIGBIR® в количестве 20 г/гол/сутки, второй опытной группы — 25 г/гол/сутки. Содержание коров привязное.

По окончании опыта в течение суток были отобраны средние пробы кала для анализа остаточного содержания питательных веществ. Расчет проводился методом прямого определения. Кровь для исследования на биохимические показатели у животных забиралась перед утренним кормлением из подхвостовой вены. Для проведения исследований использовали кормовую добавку ZIGBIR®, в состав которой входили высушенные и измельченные травянистые растения с гепатопротекторными, желчегонными, антиоксидантными свойствами.

Результаты исследований

Рацион кормления для животных на опыте был разработан исходя из наличия кормов, имеющихся в хозяйстве, с учетом полученных данных химического состава, питательности и состоял из 13 кг сена злакового, 14 кг силоса пайзы, 2,5 кг концентрированных кормов промышленного производства. Учитывая нормы кормления, скорректированный рацион содержал 9,95 кормовых единиц на голову в сутки.

Правильное кормление сухостойных коров — один из серьезнейших процессов в молочном животноводстве. Именно в этот период в организме коровы создаются запасы питательных веществ, которые затем, в первое после отела время, расходуются на образование молока. При этом большое значение имеет тот факт, насколько хорошо будут усваиваться животными питательные вещества рациона (табл. 1).

Анализ результатов исследований показал, что по сравнению с контрольной коэффициент переваримости сухого вещества в первой опытной группе увеличился на 0,9%, во второй — на 0,4%. Органическое вещество лучше усваивалось также животными первой опытной группы — на 8,3%, и второй опытной группы — на 1,7%.

Увеличение нормы растительной добавки ZIGBIR® к основному рациону до 25 г снизило переваримость сырого протеина на 2,7%, в отличие от аналогичной группы первого опыта, где коэффициент переваримости остался практически равным контролю.

Коэффициенты переваримости сырого жира и БЭВ в первой и второй опытных группах по отношению к контрольной также увеличились — на 2,2% и 1,4% (сырой жир), 1,7% и 0,9% (БЭВ) соответственно.

Таким образом, можно сделать предположение, что использование кормовой добавки ZIGBIR® положитель-

Таблица 1. Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Table 1. Digestibility coefficients of dietary nutrients, %

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сухое вещество	66,10±1,23	67,01±2,52	66,51±0,99
Органическое вещество	61,41±0,30	69,71±4,28	63,11±3,11
Сырой протеин	62,41±2,14	62,31±1,85	59,71±3,26
Сырой жир	58,01±2,40	60,21±3,19	59,41±1,79
Сырая клетчатка	72,61±4,19	72,91±1,88	73,91±2,65
БЭВ	69,81±3,11	71,51±3,05	70,91±2,39

Таблица 2. Показатели крови коров на опыте

Table 2. Experimental cow blood counts

Показатели	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа
Общий белок, г/л	75,33±2,18	75,33±2,03	76,66±1,85*
Альбумин, г/л	30,00±0,00	34,67±2,60	33,33±2,35
Глобулин, г/л	45,33±1,20	40,66±4,63	43,33±1,45
Мочевина, ммоль/л	4,20±0,12	4,77±0,82	3,57±0,34
Креатинин, мкмоль/л	102,33±2,73	110,00±13,01**	99,67±4,63
Глюкоза, ммоль/л	2,37±0,20	2,37±0,28	1,83±0,38
Билирубин общ., мкмоль/л	2,03±0,24	3,30±1,32*	3,83±1,39**
АСТ, МЕ/л	90,33±9,61	116,5±5,63	99,00±9,53
АЛТ, МЕ/л	25,00±2,65	30,00±2,52**	23,67±2,40
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	149,33±10,98	101,00±18,58	132,67±13,32*
Калий, ммоль/л	4,10±0,15	5,10±0,56	3,97±0,23
Кальций, ммоль/л	2,97±0,09	3,17±0,07	3,03±0,20
Фосфор, моль/л	1,40±0,17	1,60±0,25	1,37±0,18
Гамма — ГТ, МЕ/л	11,85±0,65	20,26±1,71	14,09±1,42

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

но повлияло на усвоение питательных веществ рациона, особенно животными первой опытной группы.

Биохимическое исследование крови при современном уровне развития промышленного животноводства является незаменимой составляющей эффективного производства продукции. Биохимические реакции веществ в организме тесно взаимосвязаны, поэтому такие показатели являются своеобразным индикатором процессов, происходящих в организме (табл. 2).

В сыворотке крови из сухого остатка больше всего содержится белка, который состоит из альбуминов и глобулинов. Сывороточные белки влияют на поддержание вязкости крови, осмотического давления, транспорт многих веществ, регуляцию постоянства pH крови, свертывание крови, иммунные процессы. В наших исследованиях показатели общего белка во всех группах находились в пределах физиологической нормы, и их разница по группам была незначительной (+1,8% во второй опытной группе). Такая же тенденция наблюдается и в показателях составляющих — альбуминов и глобулинов. Что касается белкового индекса (соотношение альбуминов к глобулинам), показывающего

интенсивность белкового обмена, в контрольной группе он составил 0,66 и был ниже физиологического предела на 27%. В обеих опытных группах его показатели выросли и практически пришли к норме со значениями 0,9 и 0,8 соответственно.

Значения содержания мочевины и креатинина в сыворотке коров всех групп не выходят за рамки физиологической нормы. Отношение мочевины/креатинин (0,08 и меньше), позволяющее прогнозировать скорость развития почечной недостаточности, также не превышают обозначенный показатель. Концентрация общего билирубина, хотя и имеет небольшое увеличение у животных опытных групп, находится в пределах нормальных значений.

Введение в рацион кормовой добавки ZIGBIR® в количестве 20 г/гол не повлияло на концентрацию глюкозы в сыворотке крови подопытных животных. Увеличение дозы во второй опытной группе привело к снижению значений на 13% до уровня ниже физиологической нормы, что можно рассматривать как результат несоответствия поступления энергии с кормом и расхода ее в результате нарушения метаболических процессов.

Активный рост плода во вторую половину стельности значительно повышает нагрузку на печень и может приводить к глубоким изменениям в структуре ее клеток, нарастанию аутолиза паренхимы, что стимулирует увеличение активности ферментов переаминирования (АЛТ и АСТ).

Анализ результатов исследований показал незначительные отклонения значений АЛТ и АСТ по груп-

пам, но наиболее заметны они в первой опытной, где рост показателей АСТ был 22% относительно контроля, АЛТ — 17%. Индекс де Ритиса (соотношение АСТ/АЛТ) во всех группах был выше верхней границы нормы физиологических показаний. В контрольной он составил 3,61, в первой опытной — 3,88, и 4,18 — во второй опытной группе.

Показатели содержания щелочной фосфатазы в сыворотке крови животных контрольной группы и первой опытной находились в пределах физиологической нормы.

Калий является основным катионом в клетках животных, где он составляет 98% от общего количества его в организме, и лишь 2% количества элемента находится во внеклеточной среде. У стельных животных происходит задержка минеральных веществ в тканях, т.к. они необходимы для интенсивной работы ферментных систем, натрий-калиевого насоса и др.

Хотя концентрация калия в сыворотке коров всех групп соответствует норме, следует отметить ее снижение во второй опытной группе, особенно по отношению к первой опытной — на 12,8%, что позволяет предполо-

жить отрицательное влияние повышенной дозы кормовой добавки на обмен калия.

Концентрация кальция в первой опытной группе по сравнению с контрольной выросла на 6,3%, во второй опытной — на 2,0%. Концентрация фосфора в сыворотке коров контрольной группы составила 1,40 ммоль/л, что не соответствует нижнему значению нормы, у животных второй опытной группы эти значения снизились еще на 0,03 ммоль/л. Вероятно, это говорит о нехватке витамина D, в частности о плохом использовании его из рациона. В первой опытной группе, напротив, содержание фосфора увеличилось и пришло в состояние физиологической нормы.

Гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ) относится к группе пептидаз, катализирующих передачу аминокислот от одного пептида к другому. ГГТ присутствует во всех клетках организма, кроме мышечных. Однако ее наличие в сыворотке крови обусловлено синтезом фермента в печени, этот тест крайне чувствителен в отношении ее заболеваний.

Повышение уровня этого фермента в 1,7 раза у животных первой опытной группы может быть связано с большой нагрузкой на печень и использованием аминокислот в первую очередь на построение тела плода; так как показатель не вышел за рамки нормальных значений, нельзя утверждать наличие патологии. Повышение концентрации ГГТ во второй опытной группе не так значительно — 18,9%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лашкова Т. Б., Петрова Г. В. Использование растительной кормовой добавки Зигбир в рационе молодняка КРС в возрасте 12-18 месяцев // *Аграрная Россия*. – 2017 - № 10. - с.17-20.
2. Cecchini S., Rossetti M., Caputo A. R., Basova A. (2019): Effect of including commercial polyhedron formulations in the diet on some physiological and immune parameters in healthy and stressed chickens. *The Czech J. Anim. Sci.*, 64: 448-458. <https://doi.org/10.17221/189/2019-CJAS>
3. Minardi, P. et al. The influence of dietary supplements of antioxidants on the productivity of rabbits, meat quality and oxidative stability of muscles. *World science of rabbits*, [SL], V. 28, N. 3, pp. 145-159, 2020. 2020. ISSN 1989-8886. Available at: < <https://polipapers.upv.es/index.php/wrs/article/view/12273> 07 2020. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.12273>
4. Faccenda, A.; Zambom, M. A.; Castagnara, D. D.; Avila, A. S.; Fernandes, T.; Eckstein, E. I.; Anschau, F. A. and Schneider, C. R. 2017. Use of dried brewers' grains instead of soybean meal to feed lactating cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(1):39-46. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902017000100007>
5. Clariget, J. M.; Quintans, G.; Banchero, G.; Á. Ivarez-Oxiley, A.; Bentancur, O.; López-Mazz, C. R. and Pérez-Clariget, R. 2020. Effects of rice bran and glycerin supplementation on metabolic and productive responses of beef cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49:e20190082. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190082>

ОБ АВТОРАХ:

Лашкова Татьяна Борисовна, зав. отделом животноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Петрова Галина Васильевна, старший научный сотрудник отдела животноводства

Жукова Мария Юрьевна, старший научный сотрудник отдела животноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

В задачи исследований также входило изучение влияния кормовой добавки ZIGBIR® на нормализацию гинекологических патологий при отеле и после отеля и сохранность приплода. В результате исследований установлено, что в обеих опытных группах все телята родились живыми, в контрольной группе был зафиксирован один мертворожденный. Кроме того, двум коровам контрольной группы при отеле понадобилась помощь ветеринарных специалистов.

Анализ первичных документов ветслужбы хозяйства показал, что в послеродовой период у ряда подопытных животных выявлены различные патологии и заболевания репродуктивных органов (задержание последа, эндометриты, воспаление матки, киста яичников и др.). В контрольной группе таких коров было 6 голов, в первой опытной — 3 головы, и во второй опытной — 4 головы. Результаты анализа позволяют предположить терапевтическую эффективность кормовой добавки ZIGBIR® в отношении послеродовых осложнений.

Выводы

В результате проведенных исследований выявлено, что растительная кормовая добавка ZIGBIR® в рационах стельных сухостойных коров положительно повлияла на усвоение питательных веществ рациона, биохимические показатели, сохранность приплода и послеродовые патологии.

6. Hanczakowski E., witkiewicz M., Grey laser (2017): Effect of a dietary Supplement based on herbal extract from hops (*Humulus lupulus*) on pig productivity and meat quality. *The Czech J. Anim. Sci.*, 62: 287-295. <https://doi.org/10.17221/49/2016-CJAS>

7. Perna Junior, F.; Zapata Vásquez, D. C.; Gardinal, R.; Meyer, P. M.; Berndt, A.; Friguetto, R. T. S.; Demarchi, J. J. A. A. and Rodrigues, P. H. M. 2020. Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49:e20190098. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190098>

8. Perna Junior, F.; Zapata Vásquez, D. C.; Gardinal, R.; Meyer, P. M.; Berndt, A.; Friguetto, R. T. S.; Demarchi, J. J. A. A. and Rodrigues, P. H. M. 2020. Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49:e20190098. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190098>

9. Perna Junior, F.; Zapata Vásquez, D. C.; Gardinal, R.; Meyer, P. M.; Berndt, A.; Friguetto, R. T. S.; Demarchi, J. J. A. A. and Rodrigues, P. H. M. 2020. Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49:e20190098. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190098>

10. Allan J. J., Hyde R. M., Agarwal A. safety Assessment of zigbir: a multi-herb compound for sprague-dawley rats. *Journal of toxicology*. 2012; 2012: 589520. DOI: 10.1155 / 2012/589520.

ABOUT THE AUTHORS:

Lashkova Tatyana Borisovna, head of the department of animal husbandry, candidate of agricultural sciences

Petrova Galina Vasilevna, senior researcher of the department of animal husbandry

Zhukova Mariya Yurevna, senior researcher of the department of animal husbandry, candidate of agricultural sciences

УДК 581.553, 574.34

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-48-52>

Краткий обзор/Brief review

Мамедова З.Д.Бакинский государственный университет,
Азербайджан, Баку, ул. З. Халилова, 23
E-mail: zulfiiya_m@rambler.ru**Ключевые слова:** Азербайджан, популяция, спектр, структура, генеративный, азот**Для цитирования:** Мамедова З.Д. Оценка ценопопуляций ценного кормового растения *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch на Южном Кавказе (Азербайджанская Республика). Аграрная наука. 2021; 348 (4): 48–52.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-48-52>**Конфликт интересов отсутствует****Zulfija D. Mammadova**Baku State University, Street Z. Khalilova 23,
Baku, Azerbaijan
E-mail: zulfiiya_m@rambler.ru**Key words:** Azerbaijan, population, spectrum, structure, generative, nitrogen**For citation:** Mammadova Z.D. Evaluation of the cenopopulations of the valuable forage plant *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch in the South Caucasus (Azerbaijan Republic). Agrarian Science. 2021; 348 (4): 48–52. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-48-52>**There is no conflict of interests**

Оценка ценопопуляций ценного кормового растения *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch на Южном Кавказе (Азербайджанская Республика)

РЕЗЮМЕ

В ходе исследования проведена оценка возрастной структуры онтогенеза ценопопуляций ценного кормового вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch рода *Vicia* L., изучена динамика его развития и жизнеспособность. При изучении возрастных спектров было выявлено большое количество генеративных особей. Следует отметить, что изученные растения в этот период хорошо поедались скотом. Также было выявлено, что в данном случае, как и при воздействии других антропогенных факторов, количество репродуктивных (генеративных) особей и популяций уменьшалось, и *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch был классифицирован как вид, относящийся к категории «близкий к порогу опасности» (NT). Изучение этого вида на уровне ценопопуляции имеет научное и практическое значение с точки зрения изучения видового состава фитоценозов, увеличения кормовой базы Азербайджана, улучшения состояния летних и зимних пастбищ, обогащения пахотных земель азотом, развития животноводства как отрасли сельского хозяйства, а также использования кормовых растений в различных отраслях промышленности.

Evaluation of the cenopopulations of the valuable forage plant *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch in the South Caucasus (Azerbaijan Republic)

ABSTRACT

The age structure of ontogenesis of cenopopulations of the valuable forage species *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch of the *Vicia* L. genus was assessed, the dynamics of their development and viability were studied. Large number of generative individuals have been revealed at the study of age spectrum. The studied plants were well eaten by cattle during this period. The number of reproductive (generative) individuals and populations decreased in this case, as well as under the influence of other anthropogenic factors, and *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch was classified as a specie belonging to the category "close to the danger threshold" (NT). The study of this species at the cenopopulation level have scientific and practical importance in terms of studying the species composition of phytocenoses, increasing the fodder base of Azerbaijan, improving the condition of summer and winter pastures, enriching arable land with nitrogen, developing animal husbandry as an agricultural sector, as well as using fodder plants in various industries.

Поступила: 13 апреля
После доработки: 30 апреля
Принята к публикации: 30 апреляReceived: 13 April
Revised: 30 April
Accepted: 30 April

Введение

Из 200 видов рода *Vicia* L., относящегося к семейству *Fabaceae* Lindl., 44 вида встречаются в Азербайджане, из них один вид культивируется [1, 14]. Высокое содержание белков, протеинов и жиров у особей этого вида и низкое содержание целлюлозы указывают на то, что они имеют большую кормовую ценность [9, 17]. Обилие видов в равнинных, горных и безлесых засушливых горных районах, на сенокосах и лугах увеличивает кормовую ценность пастбищ и сенокосов [4, 7, 10, 18]. Одним из видов с высокой кормовой ценностью является горошек мышиный (*Vicia crocea* (Desf.) Fritsch).

Vicia crocea — многолетнее бобовое растение, отличающееся высокой урожайностью. Высота 50–60 см, стебель опушенный, на концах 5–7 пар крупных заостренных листьев. Соцветие в виде грозди, многоцветковое. Цветки желто-оранжевые. Фасоль длинная и стебельчатая. Семена округлые, темно-коричневые. Цветет в мае-июне, плодоносит в августе. Это растение широко распространено во всех регионах Большого и Малого Кавказа, в основном в нижних и средних горных поясах, простирается до 2000 м над уровнем моря. Произрастает на опушках влажных лесных лугов, в лесостепях, в послелесных высоких травостоях лугов и лугах со злаково-разнотравным покровом. Этот вид превосходит другие виды по своей высокой продуктивности, и в виде как зеленой, так и сухой травы, хотя и плохо, но поедается скотом, более важен он в изготовлении силоса [2, 9, 17].

В настоящее время разработка практических мер по эффективному использованию биологических ресурсов и защиты растений во всем мире ведется на уровне исследований ценопопуляции. В связи с вышеизложенным целью данной работы было проведение фитоценологических исследований в популяциях ценного кормового растения рода *Vicia* L. — *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch.

Объект и метод исследования

Материалом для исследования послужил вид *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch, относящийся к роду *Vicia* L., распространенный во флоре Азербайджана. Исследования проводились в 2014–2016 годах в различных ботанико-географических регионах Азербайджана.

Для изучения оценки ценопопуляций исследуемых видов использовались методики, разработанные Т.А. Работновым, А.А. Урановым и представителями их школ [12, 13, 15]. В геоботанических и флористических исследованиях использовались общепринятые геоботанические методы [11], изучены жизненные формы [1, 14, 16], а также систематическая таксономия редких и исчезающих видов [2, 6, 8, 19].

В ходе оценки ценопопуляций *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch были определены некоторые демографические показатели — индекс восстановления, индекс замещения и возрастной индекс, типы ценопопуляции, структура жизнеспособности, демографическая структура определялись соотношением разных онтогенетических возрастных групп. При оценке жизнеспособности изучаемых видов за основу были взяты морфометрические параметры особей [5].

Основные показатели жизнеспособности ценопопуляции оценивали по классификации А.Р. Ишбирдина и Ю.А. Злобина [3, 6]. Согласно А.Р. Ишбирдину [6], жизнеспособность рассчитывалась с использованием индекса жизнеспособности в развитии, равновесии и кризисе (I_Q — жизнеспособность).

Для изучения возрастной структуры на каждом участке отбора проб были выстроены удлиненные трансекты,

через каждые 30–50 м были выделены пробные участки площадью 1 м² по 200 особей [11]. Возрастная плотность всех особей на пробных участках была рассчитана по возрастным показателям, а плотность ценопопуляций была оценена в 1 м² с использованием таких популяционных индикаторов, как индекс восстановления I_B , индекс замещения I_3 , возрастной индекс Δ , индекс эффективности ω [12, 13, 15].

Результаты и их обсуждение

Проведена сравнительная оценка ценопопуляций вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch в ксерофитных разреженных лесных (I ЦП) и полупустынных (II ЦП) растительных типах в 2014–2016 гг.

Ценопопуляции вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch, изученные в ЦП I, встречаются в ксерофитно-редколесном типе растительности в составе фисташково-можжевельникового класса формаций с преобладанием бобовых кустарников, а также в караганово-фисташково-можжевельниковой (*Caraganeta* — *Juniper* — *Caucasus* — *Pistacus*) формации на территории Турьянчайского заповедника Габалинского района Азербайджана, расположенного на южном склоне гор Большого Кавказа, на высоте 1100 м над уровнем моря (5 км от реки Турьянчай). Формации этого вида обнаружены на третьем уровне трехъярусной растительности территории.

Ценопопуляции вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch во II ЦП относятся к типу полупустынной растительности, к разнотравно-кустарниково полупустынному классу формаций, полынно-карагановым (*Artemisietum* — *Caraganosum*) формациям, встречающимся в растительном покрове зимних пастбищ Геокчайского района, расположенного в Ширванской равнине Кура-Аразской низменности, находящейся в юрисдикции Габалинского района Азербайджана; исследования проводили на высоте 454 м над уровнем моря.

В ходе исследования были определены следующие возрастные периоды и возрастные состояния вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch: имматурное (im), виргинильное (v), молодое генеративное (g_1), средневозрастное генеративное (g_2), старое генеративное (g_3), субсенильное (ss) и сенильное (s) [20, 21]. Онтогенез вида *V. crocea* исследовали в течение 3 лет в формациях *Caraganeta* — *Pistacetum* — *Juniperusosum* (I ЦП) и *Artemisietum* — *Caraganosum* (II SP), возрастные состояния онтогенеза представлены в таблице 1.

На основании биоморфологических признаков изучен порядок образования и развития побегов для систематики вида. Эти признаки используются как для идентификации вида, так и для определения эволюционных черт. В результате мониторинга установлено, что полное вегетативное развитие *V. crocea* завершается в первой декаде мая. Развитие генеративных побегов начинается во второй половине мая. Процесс цветения и оплодотворения происходит в июне. Плодоносит в августе.

В структуре онтогенеза ценопопуляции вида *V. crocea* развитие было нормальным, несмотря на отсутствие ювенильных и зрелых особей в ЦП в 2014 г., сенильных и имматурных особей в 2016 г. В 2014 г. во II ЦП были выявлены только ювенильные, а в 2016 г. хоть ювенильные и имматурные и не были выявлены, наблюдалось возрастание числа субсенильных и сенильных особей. Исследования ценопопуляции ксерофитного разреженного лесного (I ЦП) и полупустынного (II ЦП) типов растительности показали, что развитие *V. crocea* было выше в караганово-фисташково-можжевельниковой формации (*Caraganeta* — *Pistacetum* — *Juniperusosum*) (таблица 2).

Таблица 1. Структура онтогенеза ценопопуляций с широким распространением вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch

Table 1. Structure of the ontogenesis of coenopopulations with a wide distribution of the species *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch

ЦП		Возрастные состояния онтогенеза								Σ
		j	im	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss	s	
I ЦП	2014	-	6	8	19	26	24	10	-	93
	2015	8	16	17	20	22	22	15	-	120
	2016	4	-	8	14	17	12	11	9	75
II ЦП	2014	-	4	8	16	12	9	8	6	63
	2015	2	6	7	17	9	9	8	7	65
	2016	-	-	6	9	7	6	9	9	46
	Σ	14	32	54	95	93	82	61	31	462
	%	3	6,9	11,7	20,6	20,1	17,7	13,2	6,7	99,9

Таблица 2. Оценка ценопопуляций вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch

Table 2. Evaluation of the coenopopulations of the species *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch

ЦП	Периоды онтогенеза	I ЦП			II ЦП		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016
Фазы роста онтогенеза, в %	j	-	6,7	5,3	-	3,1	-
	im	6,4	13,3	-	6,3	9,2	-
	v	8,6	14,2	10,6	12,7	10,8	13
	g ₁	20,4	16,7	18,7	25,4	26,1	19,6
	g ₂	27,9	18,3	22,7	19	13,8	15,2
	g ₃	25,8	18,3	16	14,3	13,8	13
	ss	10,7	12,5	14,7	12,7	12,3	19,6
	s	-	-	12	9,5	10,8	19,6
Индексы	I _в	0,20	0,64	0,28	0,32	0,43	0,27
	I _з	0,18	0,52	0,19	0,23	0,30	0,15
	Δ	0,49	0,61	0,54	0,49	0,47	0,60
	ω	0,73	0,91	0,63	0,64	0,59	0,58
Типы ЦП	Стареющие						+
	Переходные			+	+	+	
	Зрелые	+	+				

Таким образом, по общим показателям следует, что преобладают генеративные особи. Исследования ценопопуляций ксерофильных редколесных (I ЦП) и полупустынных растительных типов (II ЦП) выявили, что развитие вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch более интенсивно в караганово-фисташково-можжевельниковой формации. Хотя число особей молодого генеративного возраста в *Artemisietum* — *Caraganosum* (II ЦП) формации в 2014–2016 годах было высоким, развитие особей сред-

него генеративного возраста (g₂ = 19–13,8%), а также старых генеративных особей (g₃ = 13,8%; 13%) в 2015–2016 годах снизилось.

Тот факт, что ювенильные и им-матурные особи в 2016 году не выявлены, а число субсенильных (ss = 19,6%) и сенильных (s = 19,6%) особей возросло, указывает на резкое ухудшение состояния и сокращение популяции.

При оценке ценопопуляций вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch типы ценопопуляций были идентифицированы на основе показателей возрастного индекса и индекса эффективности, молодые популяции не были выявлены. Были выявлены следующие типы ценопопуляций — в I ЦП в 2016 году (Δ – ω = 0,54–0,63), во II ЦП в 2014–2015 годах — переходный тип (Δ – ω = 0,49–0,64; Δ – ω = 0,47–0,59), в I ЦП в 2014–2015 годах — зрелый тип (Δ – ω = 0,49–0,73; Δ – ω = 0,61–0,91), во II ЦП в 2016 г. — стареющий тип (Δ – ω = 0,60–0,58).

Исследования показали, что низкие темпы развития ценопопуляции в ЦП II связаны с расположением места отбора проб, неподходящими источниками воды, необходимыми для прорастания семян, низкой устойчивостью к вытаптыванию растений догенеративного поколения и структурой почвы. Поэтому если своевременно не принять меры защиты, популяция вида в ближайшее время может сократиться.

Vicia crocea (Desf.) Fritsch принадлежит к категории «находящийся близко к опасности» (NT). Исследования показали, что количество генеративных особей и число популяций уменьшилось. В ходе исследования не было обнаружено крупных популяций *V. crocea*. Это связано с тем, что районы распространения вида *V. crocea* подвержены антропогенным воздействиям и интенсивно используются в качестве очень ценного кормового растения в животноводстве.

Динамику развития Горошка мышиного (*Vicia crocea* (Desf.) Fritsch) исследовали в двух формациях, фрагментация популяций не наблюдалась. Максимальная интенсив-

ность восстановления (I_в = 0,64) наблюдалось в формации *Caraganeta* — *Pistacetum* — *Juniperusosum* (I ЦП) в Турьянчайском заповеднике в 2015 г.; минимальная интенсивность восстановления (I_в = 0,20) — в той же формации в 2014 г. (рис. 1).

Причиной столь бурного развития вида в течение года являются оптимальные климатические условия. Следует отметить, что лето 2014 года выдалось засушливым. Биологические характеристики основного спек-

тра показывают, что причина столь быстрой смены популяций зависит от воздействия внешних факторов.

Закключение

Исследования ценопопуляции вида *Vicia crocea* (Desf.) в карагано-во-фисташково-можжевельниковой *Caraganeta — Pistacetum — Juniperusosum* и полынно-карагановой *Artemisietum — Caraganosum* формациях показали его развитие, по общим показателям доминировали генеративные особи. Однако развитие ценопопуляции в *Artemisietum — Caraganosum* формации было низким, а количество генеративных особей и популяций снизилось. Это связано с тем, что районы распространения вида *V. crocea* подвержены антропогенным воздействиям и этот вид используется в качестве очень ценного кормового растения в животноводстве. В результате исследований вид *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch был причислен к категории «находящийся близко к опасности» (NT). Определено, что в ближайшем будущем популяция вида может сократиться, если не будут приняты своевременные меры по ее сохранению.

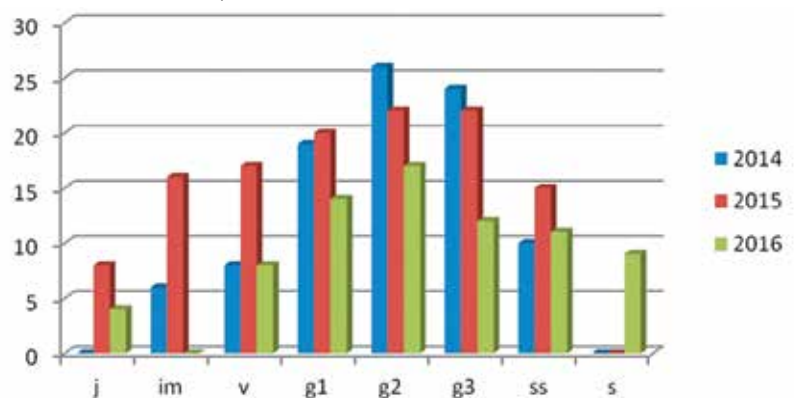
В результате исследований было выявлено, что вид *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch рода *Vicia* L., изученный на уровне ценопопуляций, имеет особое значение в улучшении естественных кормовых площадей, возделывание его в равнинных, горно-лесных и безлесных засуш-

ливых горных районах Азербайджанской Республики, возможно, приведет к созданию высокоурожайных и качественных сенокосов. Это следует считать одной из основных задач сельского хозяйства.

Таким образом, следует отметить, что в Азербайджанской Республике, где развито кочевое животноводство, одним из ключевых вопросов является улучшение естественных кормовых угодий и соответственно увеличение кормовой базы, что способствует продовольственной безопасности и большему развитию животноводства как одной из основных отраслей сельского хозяйства. С этой точки зрения увеличение запасов зернобобовых культур — также одна из важных и актуальных задач.

Рис. 1. Динамика развития вида *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch в *Caraganeta — Pistacetum — Juniperusosum* формации

Fig. 1. Dynamics of the development of the species *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch in the *Caraganeta — Pistacetum — Juniperusosum* formation



ЛИТЕРАТУРА

- Аскеров А.М. Растительный мир Азербайджана (Высшие растения - Embryophyta). Издательство TEAS Press. Баку, 2016. 444 с. (на азерб.яз.)
- Гаджиев В.Дж., Мусаев С.Х. Бобовые культуры Азербайджана (систематика, экология, филогенез, хозяйственное значение и др.). Баку: 1996. Элм, 112 с. (на азерб. яз.)
- Злобин Ю.А. Популяционное и ценопопуляционное регулирование репродукции у цветковых растений //Под ред. Э.С.Терехина Проблемы репродуктивной биологии семенных растений/Тр. Ботан.ин-та, вып. 8, 1993. с. 8-15.
- Ибадуллаева С.Дж. О растительном покрове Азербайджана. Научные труды Института Ботаники НАНА, том XXXI. Баку, 2011. Элм, с.8-16
- Ильина В.Н. Демографическая характеристика ценопопуляций Астралага рогоплодного (*Astragalus cornutus* Pall., Fabaceae) в Самарской области. Журнал Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 26, № 1. 2017. с. 85-98.
- Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М., Жирнова Т.В. Стратегии жизни ценопопуляций *Cephalanthera Rubra* (L) Rich. на территории Башкирского государственного природного заповедника // Особь и популяция — стратегии жизни. Сборник материалов IX Всероссийского популяционного семинара (Уфа, 26 октября 2006 г.), ч. 1. Уфа, 2006. 252 с.
- Касимзаде Т.Э. Полупустынная растительность Ширвана. // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №9. С.53-61. (РИНЦ, AGRES)
- Красная Книга Азербайджанской Республики. Редкие и исчезающие виды растений и грибов. 2-е издание. Издательство «Шерг-Герб». Баку, 2013. 676 с.
- Ларин И.В., Работнов Т.А. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. II т., М. Докл. ВАСХНИИЛ, 1951. с. 758-764.
- Мамедова З.Дж. Бобовые растения, встречающиеся в различных поясах Азербайджана и их рациональное использование. Научные труды Института Ботаники НАНА, том XXXI.

Баку, Элм, 2011. с.121-124

- Полевая геоботаника. т. 1-5. Под ред. Б.М.Лавренко и А.А.Корчакина. М.-Л.:Наука, 1959-1976.
- Работнов Т.А. Некоторые вопросы изучения ценопопуляций. Бюлл. МОИП, отд. биол. Т. 74, М., 1969. с.1141-1149.
- Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // Биол. науки. 1975.2. с. 7-34.
- Флора Азербайджана. тт I-VIII. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1950-1961.
- Ценопопуляции растений. М: Наука, 1977. 133 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств, Л., Наука. Мир и семья, 1995. 992 с.
- Irfan Emre, Muammer Bahşi, Hasan Genç,Ökkeş Yılmaz,Ahmet Sahin. The lipid-soluble vitamins contents of some *Vicia* L. species by using HPLC. International Journal of Secondary Metabolite, 2019. Vol. 6, No. 1, 98-105.
- Gasimzade T.E. Environmental status of Shirvan flora (Azerbaijan) and issues of protection of rare species. International Journal of Botany Studies. vol. 5, №5, 2020 , p.55-58, (Thomson Reuters Web of Science, Copernicus)
- Jalilian, N., Rahiminejad, M. R., Maassoumi, A.A. & Maroofi, H. Taxonomic revision of the genus *Vicia* L. (Fabaceae) in Iran. - Iran. J. Bot. 2014, 20 (2): 155-164. Tehran.
- Mammadova Z.J., Gurbanov E.M. Evaluation of coenopopulations of the species of *Vicia sativa* L., *V.crocea* Desf., *V.alpestris* Stev. and *V.sepium* L. of *Vicia* L. genus. Symposium on Eurasian Biodiversity (SEAB-2016). 23-27 may Antalya,Turkiye 2016. p.247.
- Mammadova Z.J., Gurbanov E.M. Studying of germinative energy in species of *Vicia* L. genus analysed on senopopulation level. Мат. межд. симп., посвященного 120-летию акад.В.И.Ульянишева, Общ. ботаников и Институт Бтоники НАНА, CBS Polygraphic production. Баку, 2018. с.

REFERENCE

1. Askerov A.M. Plant world of Azerbaijan (Higher plants-Embryophyta). TEAS Press. Baku, 2016. 444 p.
2. Hajiye V. J., Musayev S. H. Legumes of Azerbaijan (systematics, ecology, phytoecology, economic significance, etc.). Baku: 1996. Elm, 112 p. (in Azerbaijani.)
3. Zlobin Yu. A. Population and coenotic regulation of reproduction in flowering plants //Ed. by E. S. Terekhin Problems of reproductive biology of seed plants / Tr. Nerd.in-ta, issue 8, 1993. pp. 8-15.
4. Ibadullayeva S. J. About the vegetation cover of Azerbaijan. Scientific Proceedings of the Institute of Botany of ANAS, volume XXXI. Baku, 2011. Elm, p. 8-16
5. Ilyina V. N. Demographic characteristics of coenopopulations of *Astragalus cornutus* Pall. , Fabaceae in the Samara region. Journal Samarskaya Luka: Problems of regional and global ecology. Vol. 26, no. 1. 2017. p. 85-98.
6. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. Life strategies of *Cephalanthera rubra* (L.) Rich coenopopulations. on the territory of the Bashkir State Nature Reserve // Individual and population-life strategies. Collection of materials of the IX All-Russian Population Seminar (Ufa, October 26, 2006), part 1. Ufa, 2006. 252 p.
7. Kasimzade T. E. Semidesert vegetation of Shirvan. // Bulletin of Science and Practice. 2020. Vol. 6. no. 9. P. 53-61. (RSCI, AGRES)
8. Red Book of the Republic of Azerbaijan. Rare and endangered species of plants and fungi. 2nd edition. Sherg-Gerb Publishing House. Baku, 2013. 676 p.
9. Larin I. V., Rabotnov T. A. Fodder plants of hayfields and pastures of the USSR. II vol., M. Dokl. VASHNIEL, 1951. pp. 758-764.
10. Mammadova Z. J. Leguminous plants occurring in various zones of Azerbaijan and their rational use. Scientific Proceedings

of the Institute of Botany of ANAS, volume XXXI. Baku, Elm, 2011. pp. 121-124

11. Field geobotany. vol. 1-5. Edited by B. M. Lavrenko and A. A. Korchakin. M.-L.: Nauka, 1959-1976.
12. Rabotnov T. A. Some questions of studying coenotic populations. Byull. MOIP, otd. biol. T. 74, M., 1969. pp. 1141-1149.
13. Uranov A. A. Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy wave processes / A. A. Uranov / / Biol. nauki. 1975.2. p. 7-34.
14. Flora of Azerbaijan. tt I-VIII. Publishing House of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, Baku, 1950-1961.
15. Coenopopulations of plants. Moscow: Nauka, 1977. 133 p.
16. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and neighboring states, L., Nauka. Mir i semya, 1995. 992 p.
17. İrfan Emre, Muammer Bahşi, Hasan Genç, Ökkeş Yılmaz, Ahmet Sahin. The lipid-soluble vitamins contents of some *Vicia L.* species by using HPLC. International Journal of Secondary Metabolite, 2019. Vol. 6, No. 1, 98-105.
18. Gasimzade T.E. Environmental status of Shirvan flora (Azerbaijan) and issues of protection of rare species. International Journal of Botany Studies. vol. 5, №5, 2020 , p.55-58, (Thomson Reuters Web of Science, Copernicus)
19. Jalilian, N., Rahiminejad, M. R., Maassoumi, A.A. & Maroofi, H. Taxonomic revision of the genus *Vicia L.* (Fabaceae) in Iran.- Iran. J. Bot. 2014, 20 (2): 155-164. Tehran.
20. Mammadova Z.J., Gurbanov E.M. Evaluation of coenopopulations of the species of *Vicia sativa L.*, *V. croceae* Desf., *V. alpestris* Stev. and *V. sepium L.* of *Vicia L.* genus. Symposium on Euroasian Biodiversity (SEAB-2016). 23-27 may Antalya, Turkiye 2016. p.247.
21. Mammadova Z.J., Gurbanov E.M. Studying of germinative energy in species of *Vicia L.* genus analysed on senopopulation level. Mat.interd. simp., dedicated to the 120th anniversary of the acad.V. I. Ulyanisheva, General. Botany and the Institute of Botany of ANAS, CBS Polycraphic production. Baku, 2018. p.

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Экспортная пошлина на сою может снизиться до 20%

Пошлина на вывоз сои из РФ с 01.07.2021 по 31.08.2022 может составить 20% таможенной стоимости, но не менее \$100 за 1 т. Соответствующий проект постановления российского правительства опубликован для общественного обсуждения Минэкономразвития России. По мнению представителей ведомства, такая пошлина делает более выгодной продажу на территории РФ соевых бобов, производимых в центральных регионах, — они будут по-прежнему доступны переработчикам внутри страны. Также одобренный вариант позволит сохранить возможность для дальневосточных производителей экспортировать соевые бобы (по крайней мере, в объемах, не востребованных на территории РФ).



Республика Башкортостан увеличила экспорт семян эспарцета — ценного кормового растения

С начала текущего года аграрии Башкирии отгрузили в Беларусь, Киргизию, Казахстан, а также в другие субъекты Российской Федерации более 457 т семян эспарцета — бобового растения, занимающего одно из первых мест среди кормовых трав. Все 20 партий прошли исследования в лабораториях Башкирского референтного центра Россельхознадзора.

По данным специалистов, в 1 ц эспарцетового сена содержится 53,5 кормовых единиц, 15% сырого протеина, 7,8% переваримых белков. Семена эспарцета пользуются высоким спросом во многих странах, в том числе в государствах Таможенного союза ЕАЭС.

УДК 636. 592 : 661. 743.2

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-52-55>

Оригинальное исследование/Original research

Никитин А.В.,
Гаглов А.Ч.,
Негреева А.Н.,
Завьялова В.Г.,
Гаглова Т.Н.

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, Тамбовская
обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная,
101

E-mail: adik.gagloev@yandex.ru

Ключевые слова: экономическая эффективность производства мяса индейки, янтарная кислота, убойный выход, состав мяса

Для цитирования: Никитин А.В., Гаглов А.Ч., Негреева А.Н., Завьялова В.Г., Гаглова Т.Н. Использование биогенных стимуляторов роста для повышения экономической эффективности производства мяса индейки. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 53–55.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-53-55>

Конфликт интересов отсутствует

Alexander V. Nikitin,
Alexander Ch. Gagloev,
Anna N. Negreeva,
Valentina G. Zavyalova,
Tatyana N. Gagloeva

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, Тамбов region,
Michurinsk, st. International, 101
E-mail: adik.gagloev@yandex.ru

Key words: succinic acid, turkey meat, carcass, slaughter yield, meat composition

For citation: Nikitin A.V., Gagloyev A.Ch., Negreeva A.N., Zavyalova V.G., Gagloeva T.N. The use of biogenic growth stimulants to increase the economic efficiency of turkey meat production. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 53–55. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-53-55>

There is no conflict of interests

Использование биогенных стимуляторов роста для повышения экономической эффективности производства мяса индейки

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В статье дано обоснование экономической эффективности использования биологически активных добавок, улучшающих биодоступность питательных веществ комбикормов в рационах индюшат мясного направления и повышающих выход конкурентоспособной качественной продукции. К числу наиболее эффективных биогенных препаратов, положительно влияющих на обменные процессы в организме сельскохозяйственной птицы, относится биогенный стимулятор роста — янтарная кислота. Включение в полнорационный комбикорм данного препарата в разные возрастные периоды выращивания индюшат оказывает существенное влияние на поедаемость и конверсию корма.

Методы: научно-хозяйственный опыт по использованию янтарной кислоты при выращивании индеек.

Результаты. В статье представлены результаты исследования по изучению влияния добавки янтарной кислоты в период выращивания в корм на показатели мясной продуктивности индюшат и повышению, таким образом, эффективности его производства. Установлено, что максимальный показатель убойного выхода как по полупотрошенной, так и потрошенной тушке у индеек 2-й группы, получавшей 0,02 г/кг янтарной кислоты, соответственно 80,4% и 60,2%, что выше контроля на 2,5% и 2,4% соответственно. По показателям мясной продуктивности птица, выращенная на основе добавки янтарной кислоты в корм, имеет преимущества по сравнению с контрольной группой (без использования препарата), а также по биологической и пищевой ценности мяса индеек. Установлено, что несмотря на дополнительные затраты на янтарную кислоту, себестоимость мяса в опытных группах оказалась ниже, чем в контроле за счет более высокой продуктивности.

The use of biogenic growth stimulants to increase the economic efficiency of turkey meat production

ABSTRACT

Relevance. The article provides a substantiation of the economic efficiency of the use of biologically active additives that improve the bioavailability of nutrients in compound feeds in the diets of meat-producing turkeys and increase the yield of competitive high-quality products. Among the most effective biogenic preparations that have a positive effect on metabolic processes in the body of poultry, there is a biogenic growth stimulator — succinic acid. The inclusion of this preparation in a complete feed at different age periods of growing turkey poults has a significant effect on the feed intake and conversion.

Methods: scientific and economic experience on the use of succinic acid when growing turkeys.

Results. The article presents the results of a research to study the effect of adding succinic acid during the period of growing in feed on the indicators of meat productivity of turkey poults and thus increasing the efficiency of its production. It was found that the maximum slaughter yield for both half-gutted and gutted carcasses in group 2 turkeys that received 0.02 g/kg succinic acid was, respectively, 80.4% and 60.2%, which is 2.5% and 2.4% higher than in the control, respectively. In terms of meat productivity, poultry raised on the basis of the addition of succinic acid to feed has advantages over the control group (without the use of the drug), as well as in biological and nutritional additional costs for succinic acid, the cost of meat in the experimental groups was lower than in the control due to higher productivity.

Поступила: 2 апреля
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 2 April
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Прогрессивное развитие птицеводства невозможно без использования современных научных достижений. Внедрение инновационных технологий и, прежде всего, биотехнологий, является новым подходом в использовании внутренних ресурсов отрасли. Сегодня вместо антибиотиков птицеводческие хозяйства делают выбор в пользу ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков. В кормлении применяются аминокислоты, витаминно-минеральные комплексы, кормовые добавки растительного происхождения, исключаются генетически модифицированные корма [8, 10].

Мясное птицеводство в Тамбовской области представлено достаточно широко. Область входит в десятку российских лидеров по производству мяса птицы, а по темпам роста объемов производства мяса птицы находится на первом месте. Ведущими экспортёрами мяса являются ООО «Тамбовский бекон» и ООО «Тамбовская индейка», ОАО «Токаревская птицефабрика», АО «Инжавинская птицефабрика» [9].

В мясном птицеводстве самым высокопродуктивным видом является индейка, отличающаяся высокой скоростью роста и оплатой корма приростом, а также биологической ценностью мяса, соответствующего определенным потребностям человека в макро- и микроэлементах, полноценных белках и других питательных веществах [4].

Послеубойный учет мясной продуктивности птицы предусматривает оценку по следующим показателям: абсолютным — масса тушки, масса тушки и внутреннего жира, масса субпродуктов; относительным — убойный выход (масса туши и внутреннего жира в процентах к предубойной массе) и выход туши (масса туши в процентах к предубойной массе) [1, 2].

Для повышения рентабельности отрасли птицеводства широкое применение находят инновационные разработки по использованию в рационах мясной птицы безопасных биологически активных добавок, улучшающих биодоступность питательных веществ комбикормов, повышающих выход конкурентоспособной качественной продукции [5].

В связи с этим актуальным в теоретическом и практическом плане является внедрение в производство использования биогенных стимуляторов роста птицы, к которым относится и янтарная кислота [3, 6].

Методы

Учитывая, что использование биологически активных веществ оказывает существенное влияние не только на рост и развитие птицы, но и на дальнейшую ее продуктивность и качество продукции, была поставлена задача — изучить и оценить в сравнительном аспекте использование янтарной кислоты в рационе на рост молодняка индеек кросса HybridGradeMaker [3, 5]. Научно-хозяйственный опыт был проведен в условиях ООО «Тамбовская индейка».

Индюшата первой контрольной группы получали только полнорационный комбикорм. В комбикорм птице второй опытной группы добавляли янтарную кислоту в суточной дозе 0,02 г/кг массы тела, а третьей — 0,03 г/кг живой массы в следующие возрастные периоды: 1–5; 56–60; 91–95 дней. В целом продолжительность выращивания индеек составила 16 недель.

Мясную продуктивность определяли при анатомической разделке (обвалке) тушек по единой методике, разработанной ВНИТИП, состав и качество мяса определяли, используя общепринятые методики [2].

Результаты

В соответствии с методикой ВНИТИП было рассчитано отношение массы съедобных частей тушки к массе несъедобных, т.е. отношение массы мышц к массе костей, выраженное в процентах [2, 7]. Полученные показатели приведены в таблице 1.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что максимальные показатели отношения массы мышц к массе костей у всех отрубов был выявлен у индеек, получавших янтарную кислоту 0,02 г/кг, а минимальные — у индеек контрольной группы без использования янтарной кислоты. Птица третьей группы, получавшая янтарную кислоту 0,03 г/кг, по этим показателям занимала промежуточное положение.

Наиболее объективными показателями состава мяса являются белок, жир и зольные элементы. Для сравнительной оценки химического состава молодняка индеек были взяты средние пробы мяса и проведена их оценка (таблица 2).

Таблица 1. Отношение массы съедобных и несъедобных частей в отрубках тушки индеек

Table 1. Ratio of the mass of edible and inedible parts in turkey carcass cuts

Показатель отношения массы мышц к массе костей в частях тушки	№ группы опытной птицы		
	1	2	3
Кия	7,58±0,40	7,97±0,36	7,68±2,18
Бедр	6,32±0,53	6,93±0,17	6,82±0,80
Голеней	3,00±0,21	3,25±0,09	3,01± 0,54
Крыльев	2,78±0,78	2,89±0,05	2,83±0,36
Туловища	4,00±0,36	4,14±0,07	4,04±0,09

Таблица 2. Химический состав средней пробы мяса опытных индеек

Table 2. Chemical composition of the average sample of meat of experimental turkeys

Показатели состава мяса	№ опытной группы		
	1	2	3
Массовая доля влаги, %	76,2±0,28	73,7±0,25**	74,4±0,23*
Массовая доля белка, %	19,7±0,05	22,1±0,37**	21,0±0,03*
Массовая доля жира, %	2,7±0,01	3,0±0,03**	3,5±0,09**
Массовая доля золы, %	1,4±0,05	1,2±0,04*	1,1±0,03**
Триптофан, мг/100 г	318,4±0,62	325,0±0,98**	321, 1 ±0,74*
Оксипролин, мг/100 г	49,7±0,32	47,0±0,82**	48,0±0,36*
Белково-качественный показатель	6,40±0,06	6,92±0,11**	6,69±0,08*
Энергетическая ценность, ккал	106,0	119,4	119,6

Примечание: данные достоверны при: * $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что по всем показателям выявлено достоверное преимущество опытных групп над контрольной группой. Минимальным содержанием влаги характеризуется мясо индеек второй группы, получавшей 0,02 г/кг янтарной кислоты; оно достоверно меньше контроля на 2,5%.

Как показали исследования, использование янтарной кислоты способствовало увеличению в мясе массовой доли белка. Так, при включении 0,02 г/кг янтарной кислоты массовая доля белка в мясе птицы этой группы увеличилась на 2,4% ($P \geq 0,99$), а при включении 0,03 г/кг — на 0,3% ($P \geq 0,95$) по сравнению с мясом индеек контрольной группы. Результаты, полученные при определении белково-качественного показателя, свидетельствуют о том, что включение янтарной кислоты в рацион индюшат привело к увеличению содержания незаменимой аминокислоты — триптофана и, в тоже время, к снижению содержания оксипролина, который входит в состав белка соединительной ткани.

Оценкой экономической эффективности использования различных добавок в рационах птицы является рентабельность.

Проведенные расчеты показали, что несмотря на дополнительные затраты на янтарную кислоту, себестоимость мяса в опытных группах оказалась ниже, чем в контроле, за счет более высокой продуктивности. При одинаковой цене реализации от опытной группы, получавшей 0,02 г/кг янтарной кислоты, получено прибыли больше на 156 руб., чем в контроле, а в группе с 0,03 г/кг препарата — на 92,3 руб. Максимальный уровень рентабельности получен по группе индеек, выращенных с использованием янтарной кислоты 0,02 г/кг — 26,4%, что выше контроля на 10,3%, а группы с дозой препарата 0,03 г/кг — на 6,1%. Таким образом, исследованиями установлено, что экономически выгодно выращивать индеек с добавлением в рацион 0,02 г/кг янтарной кислоты.

Вывод

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что по показателям мясной продуктивности и данных экономической эффективности птица опытных групп, выращенная с использованием янтарной кислоты, имеет преимущества по сравнению с контрольной группой, как по убойным показателям, так и по биологической и пищевой ценности мяса.

«ЛИТЕРАТУРА»/«REFERENCES»

1. Аксенова К. Н., Кагадий В. В., Прищепа Т. С. Результаты исследования физико-химических показателей мяса индеек породы «белая широкогрудая». Молодой ученый. 2015; 12 (92): 111-115. [Aksenova K. N., Kagadiy V. V., Prishchepa T. S. Results of the study of physical and chemical parameters of the meat of turkeys of the "white broad-chested" breed. A young scientist. 2015; 12 (92): 111-115 (In Russ.).]
2. Гушин В. В., Махонина В. Н., Корень В. В. Технология разделки и обвалки потрошенных тушек индеек, нормативы выхода отдельных частей, их иллюстрации и коэффициенты потребительской стоимости. Ржавки: ВНИИПП. 2011. 65 с. [Gushchin V. V., Makhonina V. N., Korenev V. V. Technology of cutting and deboning of gutted turkey carcasses, standards for the yield of individual parts, their illustrations and consumer cost coefficients. Rzhavki: VNIIPP. 2011. 65 p. (In Russ.).]
3. Papunidi K., Ivanov A., Tremasov M. The use of succinic acid and preparations based on it: monograph. Germany: LAP LAMBERT Acad. 2012. 188 p. (In End.).]
4. Реймер В. А., Алексеева З. Н., Клемешова И. Ю. Птицеводство. ИНФРА-М. 2019. 389 с. [Reimer V. A., Alekseeva Z. N., Klemeshova I. Yu. Poultry farming. INFRA-M. 2019. 389 p. (In Russ.).]
5. Смоленцев С. Ю. Применение янтарной кислоты и ее производных в животноводстве. Монография. Йошкар-Ола: ФГБОУ ВПО «Марийский гос. ун-т». 2013. 147 с. [Smolentsev S. Yu. Application of succinic acid and its derivatives in animal husbandry: monograph. Yoshkar-Ola: FGBOU HPE "Mari State University". 2013. 147 p. (In Russ.).]
6. Чекман И. С., Сыровая А. О., Макаров В. А., Макаров В. В., Лапшин В. В. Янтарь, янтарная кислота, сукцинаты. Монография.

Харьков: ТОВ «Планета-принт». 2017. 107 с. [Chekman I. S., Syrovaya A. O., Makarov V. A., Makarov V. V., Lapshin V. V. Amber, succinic acid, succinates: monograph. Kharkiv: TOV "Planeta-print". 2017. 107 p. (In Russ.).]

7. ГОСТ 31473 - 2012. Межгосударственный стандарт. Мясоиндеек (тушки и их части). Введ. 2013. 07-01. 9с. [GOST 31473-2012. Interstate standard. Turkey meat (carcasses and parts thereof). Vved. 2013. 07-01. 9p. (In Russ.).]

8. Никитин А. В., Смыков Р. А. Совершенствование экономического механизма функционирования птицепродуктового подкомплекса АПК региона в условиях импортозамещения. International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019; Т. 8(2): 4648-4651. [Nikitin A. V., Smykov R. A. Improvement of the economic mechanism of functioning of the poultry product subcomplex of the agro-industrial complex of the region in the conditions of import substitution. International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019; Vol. 8 (2): 4648-4651 (In Russ.).]

9. Никитин А. В., Смыков Р. А. Кластерный подход в организации вертикально-интегрированных структур регионального АПК. The Journal of Social Sciences Research. 2018; (S3): 380-384. [Nikitin A. V., Smykov R. A. Cluster approach in the organization of vertically integrated structures of the regional agro-industrial complex. The Journal of Social Sciences Research. 2018; (S3): 380-384 (In Russ.).]

10. Погодаев В. А. Продуктивность молодняка индеек при использовании биогенных стимуляторов. Аграрный научный журнал. 2017; (5): 23-27. [Pogodaev V. A. Productivity of young turkeys when using biogenic stimulators. Agrarian Scientific journal. 2017; (5): 23-27 (In Russ.).]

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ПРОВОДЯТ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОГО ПРИБОРА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Прибор для профилактического облучения сельскохозяйственных животных и птиц на откорме СОУ-1 Солнышко-300 выпущен в производство в Нижнем Новгороде в 2020 году. Новое устройство приобрело хорошую репутацию на отечественном рынке и уже активно используется в крупных хозяйствах России. Влияние ультрафиолетовых лучей на рост и развитие сельскохозяйственных животных давно изучается разработчиками совместно с учеными Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. Проведенные исследования доказывают, что использование нового прибора обеспечивает укрепление иммунитета и увеличение массы животных более чем на 10% по сравнению с контрольной группой без облучения.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И УНИКАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ

Для представителей сельскохозяйственной отрасли не секрет, что в крупных животноводческих и птицеводческих хозяйствах полного цикла животных и птиц содержат в закрытых помещениях весь их жизненный цикл, где полезные для них ультрафиолетовые лучи полностью отсутствуют. Создать оптимальный микроклимат в стойловых помещениях можно за счет применения облучательных и осветительных установок. Представители Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии отмечают: «В результате применения искусственных УФ-лучей для облучения животных также улучшаются некоторые показатели воздушной среды в помещениях: снижается бактериальная загрязненность воздуха, уменьшается относительная влажность и содержание аммиака, происходит ионизация воздуха».

Светильники-облучатели ультрафиолетовые модельного ряда Солнышко-300 предназначены для восполнения солнечной недостаточности и повышения продуктивности животных. Принцип действия аппарата СОУ-1 Солнышко-300 основан на выработке ультрафиолетового излучения, являющегося частью солнечного спектра.

В работе СОУ-1 Солнышко-300 задействованы все три спектра ультрафиолета: спектр А (56%) несет общеукрепляющую функцию, спектр В (38%) — витаминный и спектр С (6%) — бактерицидный. При применении прибора в стойловых помещениях у животных активируются обменные процессы, повышается иммунитет и устойчивость к заболеваниям. Именно такие лампы используются в медицине с профилактической целью в регионах, где существует дефицит солнечного света.

Специалистами компании-разработчика совместно с учеными Нижегородской сельхозакадемии, животноводами и птицеводами проведено множество научных исследований по воздействию ультрафиолета на развитие и рост животных и птиц, в результате чего был выработан рекомендуемый общий порядок применения светильников-облучателей.

В частности, он приведен для работы с телятами, свиньями, поросятами, новорожденными поросятами, поросятами-отъемышами, ягнятами, курами-несушками, цыплятами (при напольном содержании) и даже инкубационными яйцами.



СОУ-1 «Солнышко-300»

Специалисты крупных хозяйств России, таких как ООО «Племзавод им. Ленина», СПК «Семинский» также отметили, что работа прибора снижает риск падежа животных и развития вирусных и бактериальных инфекций.

«Своевременная профилактика и обеспечение комфортных условий содержания — залог успешной работы хозяйства, в том числе и с экономической точки зрения, так как предотвращение распространения заболеваний животных существенно снижает затраты на ветеринарные препараты», — подчеркнула Ксения Библик, руководитель фермерского хозяйства в Краснодарском крае.

По ее словам, выпуск ультрафиолетовых облучателей различного назначения, а также любых приборов и аппаратов, используемых в физиотерапии, всегда должен быть подкреплен научными исследованиями.

«Мы привлекаем специалистов крупных хозяйств, фермеров и, конечно, представителей науки для проведения исследований нашего прибора. Это гарант качества и востребованности нашей продукции. На данный момент экспериментально было доказано, что использование СОУ-1 Солнышко-300 способствует увеличению живой массы животных на 10% ежемесячно по сравнению с контрольной группой без облучения», — рассказал директор компании ООО «Солнышко» Е.Е. Басыров.

КРЕПКАЯ НАУЧНАЯ БАЗА

Исследования прибора СОУ-1 Солнышко-300 были проведены в крупных хозяйствах России. Эксперименты были проведены с разными животными, на базе ООО «Племзавод имени Ленина» и СПК «Семинский» Ко-

Фото 1. Голштинизированные телята черно-пестрой породы**Фото 2.** Поросята венгерской породы мангалица

вернинского района. В качестве подопытных животных были отобраны голштинизированные телята черно-пестрой породы (фото 1).

В КФХ Ефремов Чкаловского района Нижегородской области аналогичный опыт был проведен с поросятами венгерской породы мангалица (фото 2), а на территории ООО «Дружба» в эксперименте были задействованы козлята породы мурсиана-гранадина (фото 3).

В результате исследований было доказано, что действие ультрафиолетовых лучей сочетанного спектра приборов СОУ-1 Солнышко-300 способствовало увеличению приростов живой массы и их интенсивности по сравнению с животными, которые не облучались.

Интенсивность роста у группы животных, облучаемой приборами СОУ-1 Солнышко 300, оказалась

Фото 3. Козлята породы мурсиана-гранадина

выше, чем у животных контрольной группы, не получающих облучение. Среднее значение приростов исследуемых животных оказалось на высоком уровне и составило от 376 до 426 граммов в сутки у поросят венгерской породы мангалица.

По словам декана зооинженерного факультета Нижегородской ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук Оresta Басонова, использование прибора СОУ-1 Солнышко-300 повышает продуктивность и воспроизводство стада, снижает риск заболеваемости животных.

Курс ультрафиолетового облучения особенно актуален в первые дни жизни животного или птицы. Это необходимо для полного раскрытия заложенных в организм животного жизненных сил и повышения иммунитета.

«Необходимость профилактического облучения животных с целью повышения продуктивности и воспроизводства стада, снижения заболеваемости и падежа обоснована теоретически, доказана многочисленными исследованиями и проверена на практике передовыми животноводческими и птицеводческими хозяйствами», — подчеркнул Басонов.

Справочно:

- основной специализацией ООО «Солнышко» является выпуск ультрафиолетовых облучателей различного назначения, а также приборов и аппаратов, используемых в физиотерапии. Облучатели компании широко известны не только в России, но и в странах ближнего зарубежья;

- клиентам ООО «Солнышко» предоставляется возможность приобрести пробную партию продукции по себестоимости;

- представители компании оказывают консультации по применению приборов и выдают прописанную технологию применения приборов для определенных видов размещения животных и технологических процессов.

**ООО «СОЛНЫШКО», 603070, г. НИЖНИЙ НОВГОРОД,
МЕЩЕРСКИЙ БУЛЬВАР, д. 7, КОРП. 2,
ОТДЕЛ ПО РАБОТЕ С ПОКУПАТЕЛЯМИ:
8 (831) 243-79-01, 243-78-99
<http://солнышко-300.рф/zakaz@solnyshco.com>**

2021

Восемнадцатая специализированная выставка

Защищенный грунт России

Конструкции, технологическое оборудование и материалы для теплиц, сортировка и упаковка овощной продукции, семена, удобрения и средства защиты растений.

2 - 4

ИЮНЯ

ИЮНЯ

г. Москва, ВДНХ,
павильон 57

Организатор:



Спонсоры:



Grodan®



При поддержке:

Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по аграрным вопросам
Комитета Торгово-промышленной палаты Российской Федерации по развитию агропромышленного комплекса



21-29 АВГУСТА 2021*
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ufi
Approved
Event



НА ВСТРЕЧУ ЮБИЛЕЮ!



АГРОРУСЬ

30-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА-ЯРМАРКА

*АКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ – НА САЙТЕ МЕРОПРИЯТИЯ



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

0+

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ПАРТНЁР



ГАЗПРОМБАНК

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЁР



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ТЕЛЕКАНАЛ



AGRORUS.EXPOFORUM.RU
ТЕЛ. +7 (812) 240 40 40
ДОб. 2235, 2281
AGRORUS@EXPOFORUM.RU

УДК 633.522:632.93:631.53.01

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-60-63>

Краткий обзор/Brief review

**Бакулова И.В.,
Плужникова И.И.,
Криушин Н.В.**

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубя-
ных культур», Россия, Пензенская область,
р. п. Лунино
E-mail: i.bakulova.pnz@fncl.ru

Ключевые слова: конопля посевная, без-
наркотический сорт, урожайность стеблей
и семян, жидкое минеральное удобрение,
внекорневая подкормка, обработка семян

Для цитирования: Бакулова И.В., Плуж-
никова И.И., Криушин Н.В. Влияние тех-
нологических приемов на продуктивность
конопли посевной в условиях лесостепи
Среднего Поволжья. Аграрная наука.
2021; 348 (4): 60–63.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-60-63>**Конфликт интересов отсутствует**

**Irina V. Bakulova,
Irina I. Pluzhnikova,
Nikolay V. Kriushin**

Federal state budgetary scientific institution
"Federal scientific center of bast crops",
Russia, Penza oblast, r. p. Lunino

Key words: crop hemp, drug-free variety,
yield of stems and seeds, liquid mineral
fertilizer, foliar top dressing, seed treatment

For citation: Bakulova I.V., Pluzhnikova
I.I., Kriushin N.V. Influence of technological
techniques on the productivity of hemp in the
conditions of the forest-steppe of the Middle
Volga region. Agrarian Science. 2021; 348
(4): 60–63. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-60-63>**There is no conflict of interests**

Влияние технологических приемов на продуктивность конопля посевной в условиях лесостепи Среднего Поволжья

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты научно-исследовательской работы 2017–2020 годов по влиянию предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений на увеличение урожайности и качества продукции конопля посевной сорта Надежда с целью совершенствования технологии возделывания. Результаты эксперимента показывают, что наибольшая урожайность стеблей (7,96–11,11 и 6,57–8,73 т/га) получена в наиболее благоприятные годы по метеосостояниям — 2017 и 2019 гг., наименьшая — в 2020 году (3,02–4,2 т/га). Предпосевная обработка удобрением Изагри Форс повышает урожайность семян на 11,1–14,1%, протравителем ТМТД, ВСК — на 3,5–5,6%. Наиболее отзывчивы растения конопля на взаимодействие протравителя, удобрения и внекорневой подкормки растений по вегетации, прибавка урожайности составила 0,37 т/га.

Influence of technological techniques on the productivity of hemp in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region

ABSTRACT

The results of the research work of 2017–2020 on the influence of presowing seed treatment and non-root fertilization of plants on increasing the yield and quality of hemp products of the Nadezhda variety in order to improve the cultivation technology are presented. The results of the experiment show that the highest yield of stems (7.96–11.11 and 6.57–8.73 t/ha) was obtained in the most favorable years for weather conditions in 2017 and 2019, and the lowest — in 2020 (3.02–4.2 t/ha). Pre-treatment fertilizer Isagri Force increases the seed yield by 11.1–14.1%, and the fungicide TMTD, VSK — by 3.5–5.6%. The most responsive cannabis plants were to the interaction of the mordant, fertilizer and foliar top dressing of plants during the growing season, the increase in yield was 0.37 t/ha.

Поступила: 12 февраля
После доработки: 16 апреля
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 12 February
Revised: 16 April
Accepted: 10 september

Введение

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) — очень ценная техническая культура, имеющая большое народнохозяйственное значение. Возделывают ее для получения волокна и на семена [1]. Урожайность любой сельскохозяйственной культуры определяется рядом факторов. Во-первых, определяющую роль играет сорт — его потенциальная, заложенная генетически продуктивность. Во-вторых, условия возделывания, позволяющие максимально реализовать потенциальные возможности сорта [2, 3]. Не менее важную роль в повышении урожайности и улучшении качественных показателей играют средства защиты семян, которые позволяют управлять процессом роста и развития растений, что позволяет в полной мере реализовать потенциал культуры [4, 5]. Применение внекорневой обработки растений в комплексе с аминокислотами и микроэлементами максимально повышает эффективность их действия. Кроме того, листовая подкормка позволяет осуществить быструю и точную доставку элемента именно в критический период развития.

Установлено, что применение предпосевной обработки семян перед посевом снижает уровень инфекции на 19–51%. Однако проведение только такого мероприятия является недостаточным, поэтому дополнительно необходимо опрыскивание вегетирующих растений [6–11]. Известно, что такое опрыскивание растений снижает поражаемость культуры болезнями, позволяет бороться с негативным влиянием стрессовых факторов на растение — засухой, заморозками, гербицидным угнетением, способствует улучшению качества получаемой продукции, а также повышает урожайность.

Методика

Для комплексного изучения элементов технологии возделывания конопли посевной сорта Надежда работу выполняли в 2017–2020 гг. в полевом опыте с последовательным расположением делянок. Посев семян проводили по чистому пару. Трехфакторный опыт включал следующие варианты: фактор А — предпосевная обработка протравителем: контроль (обработка водой); ТМТД, ВСК (5 л/т); ТМТД, ВСК (2,5 л/т); фактор В — предпосевная обработка удобрением: контроль; Изагри Форс (1,0 л/т); Изагри Форс (0,5 л/т); фактор С — внекорневая подкормка растений удобрением: без обработки; обработка растений в фазе 5–6 листьев удобрением Изагри Фосфор в норме расхода препарата 3 л/га. Способ посева широкорядный с шириной междурядий 45 см, норма высева — 0,8 млн всхожих семян на гектар. Посев сеялкой СН-16 проводили 3 мая (2017 г.), 4 мая (2018 г.), 1 мая (2019 г.) и 6 мая (2020 г.). Для агрохимического анализа проводили отбор почвенных образцов на глубину пахотного горизонта (0–30 см). Почва опытного участка — чернозем выщелоченный, среднесуглинистый

с содержанием гумуса 6,18–8,00% (по Тюрину). Почва обеспечена содержанием гидролизующего азота 9,08–9,44 мг/100 г, подвижного фосфора — 19,72 мг/100 г почвы (по Чирикову), $S_{\text{очн.}}$ — 31,72 мг-экв. на 100 г почвы.

За все время проведения эксперимента температурный режим и количество осадков за вегетацию было неодинаковым. Средняя за четыре года сумма активных температур за этот период составляла 2048,3 °С, что на 1,3 °С ниже среднееголетнего значения (таблица 1). Количество осадков за период май — август резко различалось по годам исследований. В среднем за годы эксперимента количество осадков составило 136,1 мм (67,5% от среднееголетнего значения). В 2018 г. выпало 65,5 мм (32,5% нормы), в 2020 г. — 203,9 мм (101,1% нормы). Сезоны 2017 и 2019 гг. не имели настолько резких отличий по этому показателю и находились на уровне 136,7–138,3 мм, что ниже среднееголетнего значения на 31,5–32,2%.

По значению ГТК условия 2018 г. характеризовались как сильная засуха (ГТК = 0,32), в 2017 и 2019 гг. влагообеспеченность была недостаточной (ГТК = 0,67–0,68), в 2020 г. — удовлетворительной (ГТК = 0,99). Самыми благоприятными для вегетации конопли оказались метеорологические условия 2017 и 2019 гг. Неблагоприятным по условиям увлажнения был 2018 г. Вследствие больших различий в метеорологических условиях урожай конопли по годам резко колебался.

Результаты

Результаты эксперимента показывают, что наибольшая урожайность стеблей (7,96–11,11 и 6,57–8,73 т/га)

Таблица 1. Характеристика метеорологических условий периодов вегетации 2017–2020 гг.

Table 1. Characteristics of meteorological conditions of the 2017–2020 vegetation periods

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	Среднееголетнее значение
Сумма активных температур, °С	2021,8	2051,0	2042,0	2078,0	2048,3	2075,0
Количество осадков, мм	138,3	65,5	136,7	203,9	136,1	201,7
Гидротермический коэффициент	0,68	0,32	0,67	0,99	0,66	0,97

Рис. 1. Урожайность стеблей в зависимости от изучаемых факторов, 2017–2020 гг.

Fig. 1. Yield of stems depending on the studied factors, 2017–2020

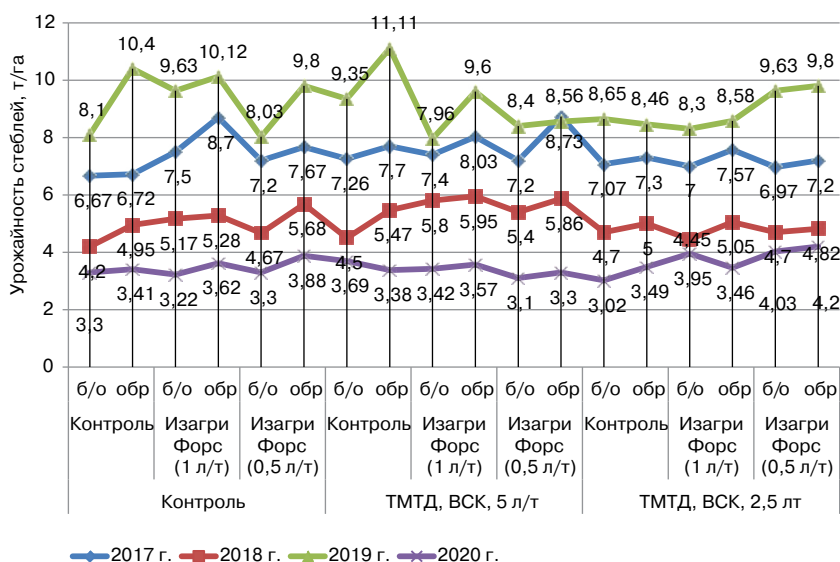
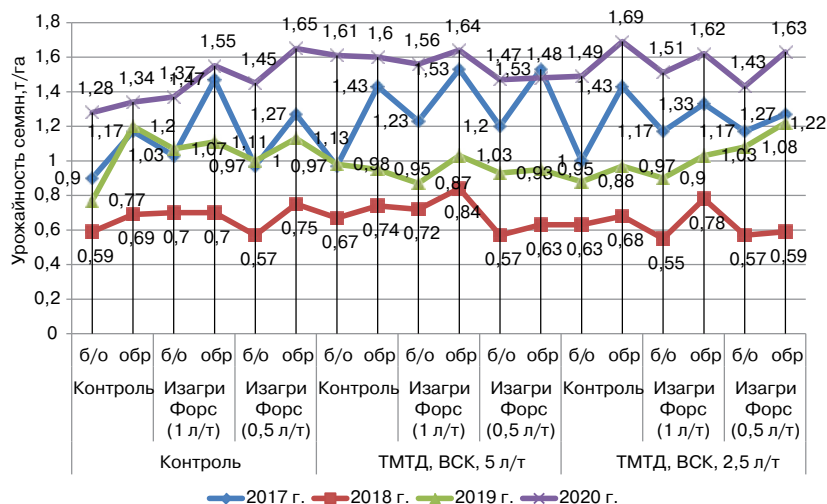


Рис. 2. Урожайность семян в зависимости от изучаемых факторов, 2017–2020 гг.**Fig. 2.** Seed yield depending on the factors studied, 2017–2020

получена в наиболее благоприятные годы по метеословиям — 2017 и 2019 гг., наименьшая — в 2020 году (3,02–4,2 т/га). Исходя из данных рисунка 1 видно, что для культуры характерно наибольшее изменение урожайности стеблей в зависимости от условий вегетации. Варьирование урожайности стеблей по вариантам опыта находилось в пределах от 7,67% до 10,2%, что говорит о слабой изменчивости признака в зависимости от изучаемых факторов. В среднем за годы исследований наибольшая прибавка урожая стеблей (9%) получена от применения внекорневой подкормки, немного меньшая — от предпосевной обработки семян удобрением и протравителем (2,4–3,7%).

По семенной продуктивности наблюдается явно выраженная тенденция повышения урожайности от применения внекорневой подкормки (прибавка 10,6–23,6%). Этот факт говорит о том, что жидкое удобрение Изагри Фосфор оказывает положительное действие на образование и увеличение урожая семян конопли. Предпосевная обработка семян протравителем ТМТД, ВСК в повышенной норме расхода (5 л/т) способствовала увеличению урожайности семян на 12% в сравнении с контролем. Самую высокую урожайность семян получили при применении ТМТД, ВСК и Изагри Форс в полных нормах расхода (5,0 и 1,0 л/т) на фоне внекорневой подкормки 1,26 т/га, прибавка к контролю — 0,37 т/га (41,6%). Не уступали по урожайности семян и варианты с применением препаратов ТМТД, ВСК в половинной норме расхода (2,5 л/т) и Изагри Форс в изучаемых нормах расхода (1,0 и 0,5 л/т) на фоне внекорневой подкормки. При этом урожайность повышалась на 0,30 и 0,29 т/га (33,7 и 32,6%) соответственно по сравнению с контролем без обработок (рисунок 2).

Конопля в основном возделывается для получения волокна и семян [12]. Высокое содержание волокна в тресте конопли было в 2017 году: общий выход варьировал от 23,5 до 31,8% ($C_v = 8,1$), выход длинного во-

локна изменялся от 7,7 до 12,2% ($C_v = 11,3$). Содержание волокна увеличивалось на вариантах с обработкой Изагри Форс в норме расхода 1 и 0,5 л/т и ТМТД, ВСК в норме расхода 5 и 2,5 л/т и при взаимодействии изучаемых факторов. В условиях недостаточного увлажнения 2018 года выход общего волокна снижался до 22,2–28,7% ($C_v = 8,14$), а длинного волокна — до 8,2–12,1 ($C_v = 10,1$) соответственно. Применение внекорневой подкормки растений увеличило выход общего волокна на 2,2% относительно контроля. По содержанию длинного волокна выделились варианты с предпосевной обработкой удобрением Изагри Форс, прибавка составила 3% (при норме расхода 1 л/т) и 12,8% (при норме расхода 0,5 л/т).

Применение внекорневой подкормки растений увеличило содержание длинного волокна на 5% относительно контроля. В среднем, признак «разрывная нагрузка волокна» изменялся в пределах от 15,6 кгс (низкая) до 21,4 кгс (средняя) и имел наибольшие параметры на вариантах протравливания ТМТД, ВСК. Применение удобрения Изагри Форс в норме расхода препарата 1 л/т увеличивало данный показатель на 10,4%, внекорневая подкормка повышала разрывную нагрузку волокна на 6,8%.

Экономически наиболее эффективным приемом при возделывании культуры является посев обработанными протравителем ТМТД, ВСК семенами в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т с удобрением Изагри Форс в норме расхода 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки удобрением Изагри Фосфор. При этом чистый доход составлял 161 и 151 тыс. руб./га, рентабельность — 245,7 и 237,6% соответственно.

Выводы

Применение предпосевной и внекорневой обработок на конопле посевной является фактором повышения урожайности и качества коноплепродукции. Максимальная урожайность получена в варианте обработки семян ТМТД, ВСК и Изагри Форс в полных нормах расхода (5,0 и 1,0 л/т) на фоне внекорневой подкормки (3 л/га) — прибавка к контролю 0,37 т/га (41,6%). По показателям экономической эффективности наилучшим оказался вариант опыта с обработкой семян смесью препаратов ТМТД, ВСК в нормах расхода 5,0 и 2,5 л/т с удобрением Изагри Форс в норме расхода 1,0 л/т на фоне внекорневой подкормки удобрением Изагри Фосфор. При этом чистый доход составлял 161 и 151 тыс. руб./га, рентабельность — 245,7 и 237,6% соответственно. Таким образом, для повышения урожайности и качества продукции необходимо проводить предпосевную обработку семян конопли посевной, а также внекорневое опрыскивание по вегетирующим растениям.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Серков В. А. Формирование сортового разнообразия и совершенствование приемов технологии выращивания семян безнаркотической однодомной конопли в Среднем Поволжье. Автореф. диссер. на соискание уч. ст. доктора

с/х наук. Пенза. 2012. С.49. [Serkov V. A. Formation of varietal diversity and improvement of techniques for growing seeds of drug-free monoecious hemp in the Middle Volga region. Abstract. dissertations. for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Penza. 2012. P. 49].

2. Агафонов О.М., Ревенко В.Ю. Влияние отдельных эле-

ментов технологии возделывания на продуктивность нового сорта рапса озимого Сампат. Вестник АПК Ставрополя. 2020. № 4 (40). С. 56-61. [Agafonov O. M., Revenko V. Yu. The influence of certain elements of cultivation technology on the productivity of a new variety of winter rape Sa-mrat. Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol. 2020. No. 4 (40). pp. 56-61.]

3. Гладков Д.В., Плотников А.М., Субботин И.А. Продуктивность конопли посевной в зависимости от норм высева и применения средств химизации. Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 1 (25). С. 18-20. [Gladkov D. V., Plotnikov A. M., Subbotin I. A. Productivity of hemp seed depending on the seeding rates and the use of chemical agents. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2018. No. 1 (25). pp. 18-20.]

4. Минеев, В. Г. Удобрение и качество продукции. М.: Знание. 1980. 64 с. [Mineev, V. G. Fertilizer and product quality. Moscow: Znanie. 1980. 64 p.]

5. Шамова М. Г., Уткина Е.И., Кедрова Л.И. Влияние крупности исходного семенного материала на формирование урожая и семенные качества озимой ржи. Методы и технологии в селекции растений: Матер. Всерос. науч.- прак. конф. с международным участием. Киров. 2014. С. 202–206. [Shamova M. G., Utkina E. I., Kedrova L. I. Influence of the size of the original seed material on the formation of the crop and seed quality of winter rye. Methods and technologies in plant breeding: Mater. Vsros. nauch.- practical conference with international participation. Kirov. 2014. P. 202-206.]

6. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. СПб.: Агропромиздат. 1990. 272 с. [Anspach P. I. Micronutrient: A Handbook. SPb.: Agropromizdat. 1990. 272 p.]

7. Привалов Ф.И., Цыганов А.Р. Микроудобрения в составе защитно-стимулирующих смесей. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 5. С. 31-33. [Privalov F. I., Tsyganov A.

R. Microfertilizers in the composition of protective-stimulating mixtures. Achievements of science and technology of the Agroindustrial Complex. 2009. No. 5. pp. 31-33.]

8. Серков В.А., Смирнов А.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В., Климова Л.В. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа. Практические рекомендации. Пенза: ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. 2018. 37 с. [Serkov V. A., Smirnov A. A., Bakulova I. V., Pluzhnikova I. I., Kriushin N. V., Klimova L. V. Cultivation of monoecious hemp of the Central Russian ecotype. Practical recommendations. Penza: FGBOU VO Penza State University. 2018. 37 p.]

9. Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Предпосевное протравливание семян (методические аспекты). Защита и карантин растений. 2018. № 2. С. 3-7. [Toropova E. Yu., Stetsov G. Ya. Presowing seed treatment (methodological aspects). Plant protection and quarantine. 2018. No. 2. P. 3-7.]

10. Цыганов А.Р., Персикова Т.Ф., Реуцкая С.Ф. Микроэлементы и микроудобрения: учебное пособие. Минск: РУП «Издательский дом «Белорусская наука». 1998. 122 с. [Tsyganov A. R., Persikova T. F., Reutskaya S. F. Microelements and microfertilizers: a textbook. Minsk: Republican unitary enterprise "Publishing house "Belarusian science". 1998. 122 p.]

11. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии. М.: Колос. 2009. 670 с. [Chulкина V. A., Toropova E. Yu., Stetsov G. Ya. Integrated plant protection: phytosanitary systems and technologies. 2009. 670 s.]

12. Жатов А. И. Методы получения исходного материала для селекции конопли. Автореф. дис. доктора с-х наук. Ленинград, 1974.- 58 с. [Zhatov A. I. Methods of obtaining the source material for the selection of hemp. Autoref. dis. Doctor of agricultural sciences. Leningrad, 1974. - 58 p.]

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

В Башкирии строится завод по производству масла из конопли

В Кушнаренковском районе Республики Башкортостан ООО «Башхемп-агро» занимается строительством завода по производству конопляного масла, семян и другой экологически чистой продукции (всего 50 наименований) из безнаркотической конопли. Как сообщил в рамках «Инвестчас» заместитель гендиректора компании Эдуард Рамазанов, общий объем вложений в данный проект составит 200,5 млн руб., при этом будет создано 75 новых рабочих мест. Ввод в эксплуатацию единственного в республике предприятия по переработке и производству продукции из технической конопли запланирован на 2022 год.

Основная цель создателей данного проекта – восстановление и развитие в республике отрасли коноплеводства, создание новых рабочих мест, обеспечение внутреннего и внешнего рынка продуктами питания и неткаными полотнами различного назначения.



Президент России подписал закон о повышении штрафов за непринятие мер по уничтожению конопли

В.В. Путин подписал закон об увеличении штрафов за несвоевременное уничтожение и культивирование дикорастущих наркотических растений, таких как конопля. Документ (Федеральный закон от 05.04.2021 № 84-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях») опубликован на официальном портале правовой информации. Изменения вносятся в статью 10.5 Кодекса РФ об административных правонарушениях (КоАП), которая предусматривает ответственность за непринятие землеладельцем или землепользователем, после получения официального предписания, мер по уничтожению дикорастущих растений, содержащих наркотические средства, психотропные вещества либо их прекурсоры. Штрафы для граждан повышаются с 1,5–2 тыс. руб. до 3–4 тыс. руб., для должностных лиц — с 3–4 тыс. руб. до 5–10 тыс. руб., для юридических лиц — с 30–40 тыс. руб. до 50–100 тыс. руб.

Помимо этого поправки вносятся в статью КоАП о непринятии должностным лицом мер по обеспечению охраны посевов и мест хранения таких растений, мер по уничтожению пожнивных остатков и отходов производства, в составе которых есть наркотики. Закон повышает штрафы за данное правонарушение, устанавливая их в размере от 5 тыс. руб. до 10 тыс. руб. Незаконное культивирование растений, содержащих наркотические средства, психотропные вещества либо их прекурсоры, без признаков уголовного наказания теперь влечет за собой штраф от 3 тыс. руб. до 5 тыс. руб. или административный арест на срок до 15 суток.

УДК 631.8:633.11

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-64-67>

Оригинальное исследование/Original research

**Шалыгина А.А.,
Тедеева А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук РСО — Алания», г. Владикавказ, ул. Маркуса, 22
E-mail: vikkimarik@bk.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, регулятор роста, технология, сорт, качество, структура урожая, урожайность

Для цитирования: Шалыгина А.А., Тедеева А.А. Влияние регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы. *Аграрная наука.* 2021; 348 (4): 64–67.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-64-67>**Конфликт интересов отсутствует****Anna A. Shalygina,
Albina A. Tedeeva**

Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Scientific Center "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences RSO — Alania", Vladikavkaz city, 22 Markus st.
E-mail: vikkimarik@bk.ru

Key words: winter wheat, growth regulator, technology, variety, quality, crop structure, yield

For citation: Shalygina A.A., Tedeeva A.A. Influence of growth regulators on crop structure of winter wheat. *Agrarian Science.* 2021; 348 (4): 64–67. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-64-67>**There is no conflict of interests**

Влияние регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Авторами представлены результаты исследований по вопросу изучения влияния регуляторов роста нового поколения. Одним из важнейших элементов современных агротехнологий в земледелии является применение биопрепаратов и регуляторов роста сельскохозяйственных растений, способных положительно влиять на процессы метаболизма в растениях. Практическое значение этих препаратов определяется, прежде всего, их действием на процессы развития растений в разных этапах онтогенеза и способностью ускорять рост и повышать урожайность. Использование регуляторов роста рассматривается как экологически чистый и экономически эффективный способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, способствующий более полной реализации потенциальных возможностей озимой пшеницы. Целью наших исследований являлось совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы с использованием регуляторов роста Сапресс.

Методы. Опыты закладывались на экспериментальном поле СКНИИГПСХ ВНК РАН в 2018–2020 гг. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом с близким залеганием галечника, pH 5,7, содержание гумуса — 4,7%. Континентальность климата в этой зоне составляет 53. Средняя годовая температура воздуха — +8,4 °C, средняя многолетняя сумма положительных температур за год составляет 3426 °C.

Результаты. В результате исследований установлено, что условия выращивания и сортовые особенности озимой пшеницы оказывают влияние на величину всех элементов структуры урожая. Состояние посевов озимой пшеницы визуально по сортам и на всех вариантах несколько различалось по росту и развитию, интенсивности окраски. Густота всходов по вариантам существенно не различалась. А результаты применения регулятора роста Сапресс в дозе 0,2 л/га и 0,3 л/га на разных сортах озимой пшеницы в период вегетации растений различались по высоте, длине колоса, количеству зерен в одном колосе. Из испытываемых сортов наиболее урожайными оказались сорта Трио и Алексеич. Следует отметить, что разница в прибавках урожая после некорневых подкормок регулятором роста между сортами была незначительной, несмотря на то, что вегетационный период у них был на 15–20 дней больше.

Influence of growth regulators on crop structure of winter wheat

ABSTRACT

Relevance. The authors present the results of research on the study of the influence of new-generation growth regulators. One of the most important elements of modern agricultural technologies is the use of biological products and growth regulators of agricultural plants that can positively affect the metabolic processes in plants. The practical value of these drugs is determined, first of all, by their effect on the processes of plant development at different stages of ontogenesis and the ability to accelerate growth or increase productivity. The use of growth regulators is considered an environmentally friendly and cost-effective way to increase crop productivity, contributing to the fuller realization of the potential of winter wheat. The aim of our research was to improve the technology of winter wheat cultivation using Sapress growth regulators.

Methods. The experiments were laid on the experimental field of the SKNIIGPSH VNC RAN in 2018–2021. The soil of the experimental site is represented by leached chernozem with a close occurrence of pebbles, pH 5.7, humus content — 4.7%. The continental climate in this zone is 53. The average annual air temperature is + 8.4 °C, the average long-term sum of positive temperatures for the year is 3426 °C.

Results. As a result of the research, it was found that the growing conditions and varietal characteristics of winter wheat affect the value of all elements of the crop structure. The condition of winter wheat crops visually varied slightly in terms of growth and development, color intensity, by varieties and on all variants. The density of seedlings in the variants did not differ significantly. After the use of the growth regulator Sapress at a dose of 0.2 l/ha and 0.3 l/ha on different varieties of winter wheat during the growing season the plants differed in height, length of the ear, the number of grains in one ear. Of the tested varieties, the most productive were the varieties Trio and Alekseich. It should be noted that the difference in the yield increases after non-root top dressing by the growth regulator between the varieties was insignificant, despite the fact that the growing season was 15–20 days longer.

Поступила: 11 февраля
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 11 February
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Озимая пшеница — одна из наиболее высокопродуктивных культур в Республике Северная Осетия — Алания, зерно которой используется в основном для производственных целей. В связи с сокращением поголовья скота в структуре посевных площадей только 30% отводится озимым зерновым культурам. Валовые сборы зерна в среднем за 2015–2020 годы составили 1380 тыс. тонн. Средняя посевная площадь под озимой пшеницей составила 55,2 тыс. га, средняя урожайность — 25 ц/га, что не является пределом продуктивности этой культуры. Повышение урожайности озимой пшеницы требует совершенствования существующих новых агротехнических приемов, направленных на создание благоприятных условий для роста и развития растений, которые будут способствовать наибольшей реализации потенциальной продуктивности новых сортов [1, 4, 7].

В современном сельском хозяйстве за последнее время большое внимание уделяется регуляторам роста, которые используются для получения более высоких урожаев сельскохозяйственных культур [2, 3, 5].

Совместное использование регуляторов роста и средств защиты растений дает возможность снять фитотоксический эффект от действия некоторых химических средств, которые пагубно действуют на состояние почвы и стресс растений. Регуляторы роста нового поколения оказывают положительное действие на ростовые процессы растений, развитие почвенной биоты, страдающей от применения высоких доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Предлагаемые производству новые регуляторы роста нуждаются в дальнейших испытаниях и всесторонней проверке [6, 8].

Методы

Опыты закладывались на экспериментальном поле СКНИИГПСХ ВЦ РАН в 2018–2020 гг. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом с близким залеганием галечника, pH 5,7, содержание гумуса — 4,7%. Континентальность климата в этой зоне составляет 53. Средняя годовая температура воздуха — +8,4 °C, средняя многолетняя сумма положительных температур за год составляет 3426 °C.

Объектами исследований были высокоурожайные сорта озимой пшеницы — Гром, Алексеич и Трио, селекции ФГБНУ «НЦЗ им П.П. Лукьяненко». В качестве стимулятора использовали регулятор роста Сапресс с нормой 0,2 л/га и 0,3 л/га [9].

Учетная площадь делянки — 54 м², общая площадь опыта — 1800 м². Повторность трехкратная. Расположение вариантов в повторениях — рендомизированное.

Учеты, наблюдения проводили по общепринятым методам, описанным в «Учебно-методическом руководстве по проведению исследований в агрономии» [10].

Результаты

В результате исследований установлено, что условия выращивания

и сортовые особенности озимой пшеницы оказывают влияние на величину всех элементов структуры урожая.

Состояние посевов озимой пшеницы визуально по сортам и на всех вариантах несколько различалось по росту и развитию, интенсивности окраски. Густота всходов по вариантам существенно не различалась. А результаты применения регулятора роста Сапресс в дозе 0,2 л/га и 0,3 л/га на разных сортах озимой пшеницы в период вегетации растений различались по высоте, длине колоса, количеству зерен в одном колосе (табл. 1).

Важнейшим показателем структуры урожая является число зерен в одном колосе. Применение регулятора роста оказывало положительное действие на продуктивность одного колоса вследствие своего влияния на абсолютный вес зерна. Масса 1000 зерен на опытных вариантах возросла на 0,7–1,9 г. Обработка посевов озимой пшеницы Сапрессом в дозах 0,2–0,3 л/га можно считать приемом агротехники, оказывающей положительное влияние на величину элементов структуры урожая.

Процесс фотосинтеза является главнейшим и основным в питании растений, в результате него растения создают 90–95% сухого вещества урожаев, в связи с чем продуктивность сельскохозяйственных культур определяется в первую очередь функционированием посевов как сложных фотосинтезирующих систем. Поскольку основным органом фотосинтеза является лист, одной из наиболее важных физиологических характеристик посева является площадь листьев на единицу площади почвы.

Исследования показали, что применение регулятора роста оказывало некоторое влияние на процесс формирования листовой поверхности (ЛП). К фазе цветения — колошения на обработанных вариантах ЛП колебалась в пределах 51,4–53,9 тыс. м²/га, что выше по сравнению с контролем на 6,4–8,9 тыс. м²/га. Изменениям площади листьев в течение вегетации свойственна определенная закономерность. В начале весенней вегетации площадь

Таблица 1. Влияние регулятора роста на показатели структуры урожая сортов озимой пшеницы предгорной зоны РСО — Алания

Table 1. Influence of the growth regulator on the yield structure of winter wheat varieties in the foothill zone of the RSO — Alania

Варианты	Густота растений, тыс./га	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в одном колосе, шт.	Продуктивная кустистость, шт.
Гром					
1. Контроль без регулятора роста	521,3	69,3	7,6	29,9	1,11
2. Сапресс 0,2 л/га	533	69,8	8,5	31,6	1,21
3. Сапресс 0,3 л/га	531,0	69,9	8,4	32,4	1,19
Алексеич					
1. Контроль без регулятора роста	487	70,9	8,0	33,5	1,15
2. Сапресс 0,2 л/га	492	71,3	8,7	34,5	1,23
3. Сапресс 0,3 л/га	490	71,5	8,9	35,7	1,22
Трио					
1. Контроль без регулятора роста	496	70,8	8,2	33,3	1,16
2. Сапресс 0,2 л/га	503	71,0	8,7	36,2	1,22
3. Сапресс 0,3 л/га	505	71,5	8,7	35,6	1,25

Таблица 2. Влияние сорта и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на выщелоченном черноземе предгорной зоны РСО — Алания

Table 2. Influence of the variety and growth regulators on the yield and quality of winter wheat grain in the leached chernozem of the foothill zone of the RSO — Alania

Варианты		Сорта	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Содержание, %	
							клейковины	протеина
Гром	1. Контроль без регулятора роста		3,19	-	41,2	757	26,1	12,5
	2. Сапресс 0,2, л/га		3,65	0,46	41,9	760	27,4	13,7
	3. Сапресс 0,3, л/га		3,77	0,58	42,3	759	27,8	14,0
НСР _{0,5}			0,17					
Алексеич	1. Контроль без регулятора роста		3,21	-	42,6	758	26,5	12,8
	2. Сапресс 0,2, л/га		3,81	0,60	43,5	762	28	13,9
	3. Сапресс 0,3, л/га		3,95	0,74	44,4	762,5	28,4	14,3
НСР _{0,5}			0,34					
Трио	1. Контроль без регулятора роста		3,25		42,6	758	26,6	12,7
	2. Сапресс 0,2, л/га		3,89	0,64	44,5	764	28,2	14,4
	3. Сапресс 0,3, л/га		3,9	0,69	44,2	761	29,1	14,0
НСР _{0,5}			0,27					

листьев невелика и нарастает медленно. Затем темпы роста листовой поверхности увеличиваются и сохраняются до фазы колошения, когда площадь ассимиляционной поверхности достигает своего максимума.

Важным показателем характеристики фотосинтетической деятельности посевов служит чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). В динамике она имеет волнообразный вид и достигает своих максимумов в фазы цветения и восковой спелости. Минимумы отмечаются в фазы выхода в трубку и молочной спелости, а с наступлением полной спелости кривая достигает нуля. ЧПФ в эту фазу была выше контрольного варианта, но на незначительную величину (на контроле — 5,57, на обработанных вариантах она составила 5,93–5,98 г/м² в сутки).

Основным критерием пригодности сортов озимой пшеницы к местным условиям возделывания является их семенная продуктивность. Из испытываемых сортов наиболее урожайными оказались сорта Трио и Алексеич. Следует отметить, что разница в прибавках урожая после некорневых подкормок регулятором роста между сортами была незначительной, несмотря на то, что вегетационный период у них был на 15–20 дней больше. Наши исследования показали, что проведение некорневых подкормок Сапрессом эффективно. Так, продуктивность на контроле сорта Трио составила 3,25 т/га, а

с подкормками была выше на 0,64–0,69 т/га. Регулятор роста, используемый для внекорневых подкормок вегетирующих растений, обеспечивает повышение урожайности и качество продукции (табл. 2).

Выявлено, что по основным показателям качества изучаемые сорта заметно отличаются друг от друга.

Лучшие результаты по сумме показателей качества зерна отмечены у сортов Трио и Алексеич. Эти сорта по хлебопекарным достоинствам заметно превосходят сорт Гром. Содержание в зерне клейковины у различных сортов колеблется в близких друг к другу пределах. Высокие показатели протеина были у сортов Алексеич и Трио на вариантах с применением регулятора Сапресс в дозе 0,3 л/га и составили 14,3–14,4%. Наиболее крупное зерно формировалось у сорта Трио. Его масса была большей, чем у Грома, на 2,2–2,3 г.

Выводы

Экономическая эффективность применения регулятора роста Сапресс на посевах озимой пшеницы вызывает положительный результат применения регулятора роста. Максимальный урожай 3,77–3,95 т/га имел вариант применения регулятора Сапресс в дозе 0,3 л/га по всем сортам озимой пшеницы. Прибыль от реализации этого варианта составила от 4,03 тыс. руб. до 5,83 тыс. руб., с рентабельностью 11,97–17,32%.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Тедеева АА, Тедеева ВВ. Агротехнические приемы повышения продуктивности перспективных сортов озимой пшеницы. *Научная жизнь*. 2020. 15(6):106:777-784. [Tedeeva AA, Tedeeva VV. Agrotechnical techniques for increasing the productivity of promising winter wheat varieties. *Scientific life*. 2020.15(6):106:777-784 p. (In Russ.)]
2. Завалин АА. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Издательство ВНИИА. 2005. 302 с. [Zavalin AA. Biologics, fertilizers and crops. Moscow: IZdatel'stvo VNIIA. 2005.301 p. (In Russ.)]

3. Тедеева ВВ, Абаев АА, Тедеева АА, Мамиев ДМ. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста нового поколения на посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны РСО-Алания. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020. 57(1):13-20. [Tedeeva VV, Abaev AA, Tedeeva AA, Mamiev DM. The effectiveness of the use of microfertilizers and growth regulators of a new generation on winter wheat crops in the conditions of the steppe zone of the RSO-Alania. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020.57(1):13-20 p. (In Russ.)]

4. Мамсиров НИ, Макаров АА. Влияние способов основной обработки почвы и предшественников на продуктивность озимой пшеницы. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2020. (2) 94:72-79. [Mamsirov NI, Makarov AA. On the role of plant growth regulators in increasing grain productivity of new winter wheat varieties. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. 2019. (4) 90:89-95 p. (In Russ.)]

5. Тедеева АА, Абаев АА, Мамиев ДМ, Тедеева ВВ, Хохоева НТ. Эффективность гербицидов на посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны республики Северная Осетия-Алания. *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 2 (193) 20-26. [Tedeeva AA, Abaev AA, Mamiev DM, Tedeeva VV, Khokhova NT. The effectiveness of herbicides on winter wheat crops in the conditions of the steppe zone of the Republic of North Ossetia-Alania. *Agrarnyj vestnik Urala*. 2020. (2) 193:20-26 p. (In Russ.)]

6. Мамсиров НИ. О роли регуляторов роста растений в повышении продуктивности зерна новых сортов озимой пшеницы. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2019. (4) 90:89-95. [Mamsirov NI, Makarov AA Influence of methods of basic tillage and precursors on the productivity of winter wheat. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. 2020. (2) 94:72-79 p. (In Russ.)]

7. Милютин ВЛ. Влияние гербицидов на развитие растений озимой пшеницы. Технологические аспекты возделывания

сельскохозяйственных культур: материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2016. 77-79. [Milyutin VL. The effect of herbicides on the development of winter wheat plants. Technological aspects of the cultivation of agricultural crops: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2016. 77-79 (In Russ.)]

8. Суллияева СХ. Влияние применения гербицидов против сорных растений на урожайность озимой пшеницы в староорошаемых землях сурхандарьинской области. *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2016. (11-2) 19: 26-29. [Sullieva SH. The effect of herbicides against weeds on the yield of winter wheat in the old-irrigated lands of Surkhondaryia region. *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire*. 2016. (11-2) 19:26-29 (In Russ.)]

9. Ещенко ВЕ, Трифонова М.Ф. Методика полевого опыта М.: Издательство Колос. 2009. 267 с. [Eshchenko VE, Trifonova M. F. Methodology of field experience. M.: *Izdatel'stvo Kolos* 2009. 267 p. (In Russ.)]

10. Адиньяев ЭД, Абаев АА, Адаев НЛ. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. *Издательство ЧГУ. Грозный*. 2012. 345 с. [Adinyayev ED, Abaev AA, Adaev NL. Educational and methodological guidelines for conducting research in agronomy. *Izdatel'stvo CHGU. Groznyj*. 2012. 345 p. (In Russ.)]

ОБ АВТОРАХ:

Шалыгина Анна Алексеевна, младший научный сотрудник СКНИИГПСХ ВНЦ РАН

Тедеева Альбина Ахурбековна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник СКНИИГПСХ ВНЦ РАН

ABOUT THE AUTHORS:

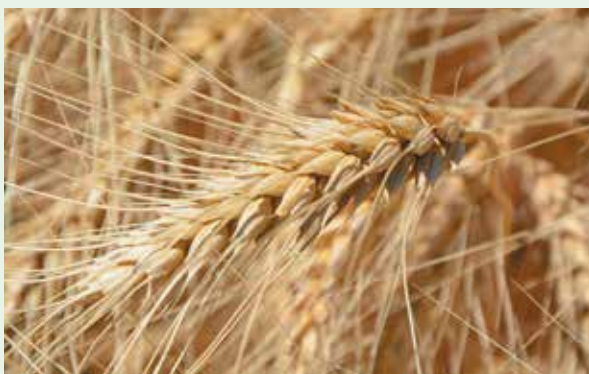
Shalygina Anna Alekseevna, Junior Researcher of SKNIIGPSH VNC RAN

Tedeeva Albina Ahurbekovna, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of SKNIIGPSH VNC RAN

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

Российские аграрии почти исчерпали экспортный потенциал по пшенице

За 9 месяцев — с июля по март 2020–2021 годов из России были экспортированы рекордные 34,6 млн тонн пшеницы. Это на 22% превышает показатель аналогичного предыдущего сезона. Тогда сельхозпроизводители смогли продать за рубеж 28,3 млн тонн пшеницы. По данным АПК-Информ, главным импортером остается Египет. Эта страна за 9 месяцев закупила 7,7 млн тонн российской пшеницы. На втором месте в этом рейтинге находится Турция. Она импортировала за этот же срок 6,4 млн тонн. Однако ее закупки снизились на 4% по сравнению с предыдущим сезоном. Третья позиция среди ТОП-3 импортеров у Бангладеш с 1,7 млн тонн пшеницы (-19% к 2019/20 МГ). На долю данных стран суммарно пришлось около 46% всего экспортированного из Российской Федерации объема зерновой продукции.



Согласно оперативным данным, в апреле Россия отгрузила на экспорт еще 510 тыс. тонн пшеницы. Таким образом, за 10 месяцев 2020/21 гг. из страны было отгружено около 35,1 млн тонн этого вида сельхозпродукции, что составляет 98% ее экспортного потенциала, который по прогнозам аналитиков оценивается в 35,8 млн тонн. При этом, по данным региональных органов управления АПК цены на пшеницу на внутреннем рынке оставались достаточно стабильными, подвергаясь лишь небольшим колебаниям. Так, на конец апреля среднероссийские цены на пшеницу 3-го класса составили 13,604 руб. за тонну. Падение за неделю составило -0,4%. Пшеница 4-го класса стоила 12,744 руб. за тонну (-0,8% за неделю).

УДК 633.31:631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>

Оригинальное исследование/Original research

Игнатьев С.А.,
Регидин А.А.,
Кравченко Н.С.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «АНЦ «Донской», 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3
E-mail: mnogoletnie.travy@mai.ru

Ключевые слова: люцерна, исходный материал, признак, урожайность зеленой массы, содержание сырого протеина, адаптивность, стабильность, отзывчивость

Для цитирования: Игнатьев С.А., Регидин А.А., Кравченко Н.С. Урожайность и параметры экологической адаптивности образцов люцерны в условиях Юга России. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 68–71.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>**Конфликт интересов отсутствует**

Stanislav .A. Ignatiev,
Andrey A. Regidin,
Nina S. Kravchenko

Federal state budgetary scientific institution
"ARC "Donskoy", 347740, Zernograd, Nauchny
Gorodok, 3
E-mail: mnogoletnie.travy@mai.ru

Key words: alfalfa, initial material, trait, green mass productivity, raw protein percentage, adaptability, stability, response

For citation: Ignatiev S.A., Regidin A.A., Kravchenko N.S. Productivity and parameters of ecological adaptability of alfalfa samples in the South of Russia. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 68–71. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>**There is no conflict of interests**

Урожайность и параметры экологической адаптивности образцов люцерны в условиях Юга России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Исходный материал является основой проводимых работ по селекции всех сельскохозяйственных культур, в том числе и люцерны. Цель выполненной работы — оценка урожайности образцов люцерны в коллекционном питомнике в зависимости от условий выращивания и выделение наиболее адаптированных по признаку «урожайность зеленой массы».

Материалы. Объектом изучения являлись 30 образцов люцерны (16 — Канада, 11 — США, 1 — Перу, 2 — Франция) из коллекции ВИГРП им. Н.И. Вавилова.

Результаты. Проведенная оценка образцов люцерны на наличие у них адаптивных свойств по признаку «урожайность зеленой массы» показала, что: большей отзывчивостью на изменение условий среды характеризуются генотипы К-27116, К-43269, К-43272, К-48771, К-48775, К-48776, К-50545, К-50561, К-45119; — слабой отзывчивостью $b_i < 1$ на изменение условий среды отличаются К-32873, К-33299, К-42684, К-42249, К-47803; высокой устойчивостью к стрессам выделяются К-36104, К-48778, К-42694, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-43260; генетической гибкостью обладают К-43272, К-50545, К-47806, К-47807; большую стабильность реакции на изменение условий среды имели К-36104, К-48778, К-48715, К-47800, К-43260; высокой гомеостатичностью (экологической пластичностью) выделялись К-36104, К-48778, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-39978, К-43260.

Productivity and parameters of ecological adaptability of alfalfa samples under the conditions of the South of Russia

ABSTRACT

Introduction. The initial material is the basis of the current breeding work with all agricultural crops, including alfalfa. The purpose of the conducted work is to estimate the productivity of alfalfa samples in the collection nursery, depending on the growing conditions and the identification of the most adapted samples according to the trait "green mass productivity".

Materials. The objects of the current study were 30 alfalfa samples (16 samples from Canada; 11 samples from the USA; 1 sample from Peru; 2 samples from France) from the collection ARIGCR named after N.I. Vavilov.

Results. The estimation of alfalfa samples for the presence of adaptive properties based on the trait 'green mass productivity' showed that: — the genotypes K-27116, K-43269, K-43272, K-48771, K-48775, K-48776, K-50545, K-50561, K-45119 are more responsive to changes in environmental conditions; the genotypes K-32873, K-33299, K-42684, K-42249, K-47803 are characterized with a slight $b_i < 1$ response to changes in environmental conditions; the genotypes K-36104, K-48778, K-42694, K-45715, K-47800, K-47801, K-47802, K-43260 are characterized with high stability to stresses; the genotypes K-43272, K-50545, K-47806, K-47807 are characterized with genetic adaptability; the genotypes K-36104, K-48778, K-48715, K-47800, K-43260 are characterized with more stability of response to changes in environmental conditions; the genotypes K-36104, K-48778, K-45715, K-47800, K-47801, K-47802, K-39978, K-43260 are characterized with great homeostasis (ecological adaptability).

Поступила: 22 марта
После доработки: 29 марта
Принята к публикации: 10 апреля

Received: 22 March
Revised: 29 March
Accepted: 10 April

Введение

В силу своих биологических и хозяйственных свойств люцерна является важнейшей кормовой культурой. Лучшими ее селекционные сорта широко распространены у нас в стране и за рубежом.

Для дальнейшей селекционной работы с люцерной в связи с постоянными экономическими изменениями в мире, резко возросшей конкуренцией на рынке семян, периодическими массовыми проявлениями болезней и повреждений растений вредителями нужен разнообразный хорошо изученный исходный материал.

Исходный материал является основой проводимых работ по селекции всех сельскохозяйственных культур, в том числе и люцерны. В решающей степени он определяет параметры и успех полученных гибридов, линий, синтетических популяций и создаваемых на их основе новых сортов [1, 2].

В то же время недостает сведений о параметрах новых перспективных сортов. Подбор исходного материала в большей степени происходит интуитивно, исходя из достигнутых продуктивности, устойчивости к болезням и качества корма. Возникают трудности в определении необходимых селекционных признаков и получении объективной информации о ценности исходных образцов. В последние годы остро стоит проблема определения эффективности того или иного образца (сорта) в изменяющихся экологических условиях [3].

Цель выполненной работы — оценка урожайности образцов люцерны в коллекционном питомнике в зависимости от условий выращивания и выделить наиболее адаптированных по признаку «урожайность зеленой массы».

Методика

Изучение коллекционных образцов люцерны проводилось в южной зоне Ростовской области в селекционном севообороте многолетних трав «АНЦ «Донской» в 2015–2018 гг. Питомник закладывался согласно «Методическим рекомендациям по селекции многолетних трав» (1985) и «Методическим указаниям по изучению коллекции многолетних кормовых трав» (1975).

Объектом изучения являлись 30 сортообразцов (далее — образцов) люцерны (16 — Канада, 11 — США, 1 — Перу, 2 — Франция) из коллекции ВИГРР им. Н.И. Вавилова. В качестве стандарта использовался сорт Ростовская 90, который принят на Государственном сортоиспытании в 6 регионе в качестве стандарта.

Посев питомника проводился весной 2015 года в чистом посеве по предшественнику озимая пшеница. В год посева выполнялись фенологические и биометрические наблюдения, подсчет густоты всходов, время и интенсивность отрастания растений после уходного подкашивания. Учет урожая проводился поделочно в последующие 3 года.

Почвенный покров места проведения опыта представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы — pH 7,1, содержание гумуса — 3,5%, P_2O_5 — 24 мг/кг, K_2O — 340 мг/кг почвы [4].

Математическая обработка результатов выполнялась по «Методике полевого опыта» Б.А. Доспехова (2014), рассчитывались индексы стрессоустойчивости ($Y_{min} - Y_{max}$), генетической гибкости ($(Y_{min} - Y_{max})/2$), показатель экологической пластичности b_i , стабильности Si^2 и гомеостатичности HOM — по S.A. Eberhart and W.A. Russel (1966) в изложении В.П. Зыкина, И.А. Белан, В.С. Юсова и др. (2005).

Во все годы изучения коллекции условия увлажнения в весенний период вегетации были близки к средним многолетним, в большей части за счет зимних осадков. Наименьшее количество осадков отмечалось в марте, апреле и мае в 2016 и 2018 гг. Они составляли 32,9–81,5% от средней многолетней нормы. выпадающие осадки в теплый период носили ливневый характер и на фоне высоких (весной на 0,5–1,9 °C, летом на 1,3–3,4 °C выше средних многолетних) температур воздуха оказывали на посевы люцерны кратковременное влияние.

В условиях значительного недобора осадков (на 60,3–70,5% меньше нормы в послеуборочный и осенний периоды) осенняя вегетация люцерны начиналась только в конце сентября–середине октября после выпадения продуктивных осадков.

В зимний период критически низких температур воздуха и почвы не наблюдалось.

Результаты

Чтобы выявить зависимость урожайности зеленой массы изучаемых образцов люцерны от условий выращивания и их взаимодействия, проведен двухфакторный дисперсионный анализ. В результате выявлена достоверность влияния на признак «урожайность зеленой массы» образцов, условий и их взаимодействия ($F_{факт} > F_{теор}$). Подтверждена корректность опыта и то, что изменчивость признака заложена не только в генетической природе образцов люцерны. Доля влияния на признак «урожайность зеленой массы» фактора «образец» составляла 6,33%, доля влияния «условий» — 83,77%, что указывает на решающее влияние среды на величину этого признака. Доля влияния взаимодействия факторов «образец–условия» составляла 6,32%.

В 2016 году урожайность зеленой массы у образцов люцерны оказалась наименьшей за все 3 года и варьировала от 1,4 кг/м² до 2,8 кг/м². Более высокая, чем у стандарта (2,3 кг/м²), отмечена у образцов К-36104, К-43269, К-43272, К-47803, К-47804, К-47807, К-43260, их урожайность была 2,5–2,8 кг/м². Но эти образцы по урожайности зеленой массы достоверно стандарт не превышали ($HCP_{05} = 0,52$).

Наивысшая за все годы урожайность зеленой массы сформировалась в 2018 году. Размах варьирования ее составлял при этом 1,2–4,9 кг/м². Стандарт Ростовская 90 сформировал урожайность зеленой массы 4,0 кг/м². Только образцы К-45119 (4,5 кг/м²), К-50545 (4,9 кг/м²) и К-47806 (4,9 кг/м²) достоверно превосходили стандарт ($HCP_{05} = 0,45$).

В 2017 году размах варьирования урожайности зеленой массы образцов составлял 2,0–2,8 кг/м². В этот год ни один из изучаемых образцов по урожайности не превзошел стандарт (2,8 кг/м²).

Подсчет коэффициента вариации урожайности зеленой массы образцов люцерны показал, что у К-36104 (7,7%), К-48778 (3,1%), К-45715 (4,2%), К-47800 (8,1%), К-47802 (10,6%) изменчивость этого признака была слабой. У образцов К-43260, К-39978, К-47807, К-47804 и К-43269 изменчивость была средней. У большей же части образцов изменчивость признака — высокая [5] (табл. 1).

Оценка влияния условий выращивания основана на предположении о корректности линейной регрессии с характером отклика генотипов на экологические условия. Поэтому коэффициент регрессии b_i показывает степень реакции генотипа на изменение условий среды и дает ему оценку пластичности и стабильности в раз-

Таблица 1. Параметры адаптивности образцов люцерны по признаку «урожайность зеленой массы», 2016–2018 гг.

Table 1. Parameters of adaptability of alfalfa samples according to the trait "green mass productivity", 2016–2018

Сорт, образец	Размах варьирования урожайности (min–max), кг/м ²	CV, %	b _i	Стрессоустойчивость, Y _{min} – Y _{max} , кг/м ²	Генетическая гибкость (Y _{max} + Y _{min})/2	Коэффициент стабильности, Si ²	НОМ
Ростовская 90, ст.	2,3–4,0	28,9	2,24	-1,7	3,14	2,87	4,5
K-27166 (Канада)	1,6–3,6	40,1	2,52	-2,0	2,62	3,68	3,4
K-32783 (Канада)	1,7–2,5	20,8	-1,29	-0,9	2,09	0,81	17,9
K-33299 (Канада)	1,3–2,4	28,6	-2,46	-1,1	1,83	2,14	12,3
K-36104 (Канада)	2,8–3,2	7,7	0,83	-0,4	3,01	0,28	77,0
K-42684 (Канада)	1,3–2,4	30,2	-2,37	-1,1	1,85	2,20	10,3
K-42685 (Канада)	1,6–2,6	24,7	0,88	-1,0	2,09	0,73	12,7
K-43269 (Канада)	2,6–3,4	16,4	1,60	-0,9	2,98	1,12	16,9
K-43272 (Канада)	2,6–3,9	24,1	2,70	-1,3	3,26	3,00	7,2
K-48771 (Канада)	2,0–3,2	26,8	2,11	-1,2	2,59	2,03	8,4
K-48773 (Канада)	1,5–2,5	26,3	0,61	-1,1	1,98	0,66	12,2
K-48774 (Канада)	1,5–2,8	29,1	0,92	-1,3	2,17	1,03	8,4
K-48775 (Канада)	1,6–3,8	45,9	3,40	-2,2	2,71	5,68	2,7
K-48776 (Канада)	2,0–3,1	26,0	2,13	-1,1	2,54	1,96	9,7
K-48778 (Канада)	2,1–2,2	3,1	-0,12	-0,1	2,17	0,01	763,9
K-50545 (Канада)	1,8–4,9	55,0	5,27	-3,1	3,36	12,78	1,3
K-50561 (Канада)	2,0–4,3	46,2	4,50	-2,3	3,14	8,68	2,2
K-42249 (США)	1,2–2,1	27,3	-2,12	-0,9	1,66	1,60	16,3
K-42694 (США)	1,8–2,0	26,0	2,17	-0,2	1,98	3,81	3,4
K-45119 (США)	1,8–4,5	52,9	4,98	-2,7	3,15	10,89	1,7
K-45715 (США)	2,3–2,5	4,2	0,14	-0,2	2,40	0,03	337,4
K-47800 (США)	2,1–2,5	8,1	0,14	-0,4	2,32	0,08	96,8
K-47801 (США)	1,9–2,4	12,0	-1,22	-0,5	2,16	0,52	51,7
K-47802 (США)	1,8–2,2	10,6	-1,00	-0,4	2,01	0,35	78,7
K-47803 (США)	2,1–2,7	41,4	-3,41	-1,6	1,89	4,56	5,0
K-47804 (США)	2,1–2,8	16,0	-1,51	-0,7	2,46	0,94	22,7
K-47806 (США)	2,0–4,9	50,4	5,13	-2,9	3,46	11,81	1,5
K-47807 (США)	2,7–3,7	17,4	2,17	-1,0	3,21	1,81	12,7
K-42712 (Перу)	1,7–2,5	20,4	-1,81	-0,8	2,12	1,28	18,0
K-39978 (Франция)	1,5–2,1	15,5	-1,30	-0,6	1,78	0,60	44,7
K-43260 (Франция)	2,1–2,6	11,7	0,16	-0,5	2,34	0,15	54,1
НСП ₀₅	0,45–0,52						

ных условиях. При $b_i > 1$ генотип обладает большей отзывчивостью на улучшение условий возделывания, при $b_i < 1$ – меньшей отзывчивостью.

В нашем случае оцениваемые образцы разделились на две примерно равные группы. Одни реагируют на изменения условий с b_i от 1,6 (K-43269) до 5,27 (K-50545). Эти образцы целесообразно использовать при создании сортов для возделывания в интенсивных условиях. Другая часть образцов с коэффициентом регрессии b_i от 0,92 до -2,46 выделяются слабой отзывчивостью на изменение условий, но позволяют формировать стабильную урожайность в неблагоприятных условиях. Образцы несут в себе признаки, которые важны при создании сортов для возделывания в экстремальных и экстенсивных условиях.

Индекс разницы минимальной и максимальной урожайности ($Y_{min} - Y_{max}$) отражает уровень устойчивости изучаемых образцов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше разница между минимальной и максимальной урожайностями образца, тем выше его устойчивость к стрессу [6]. Среди изучаемых образцов люцерны наименьшей разницей обладали K-36104 (-0,4 кг/м²), K-48778 (-0,1 кг/м²), K-42694 (-0,2 кг/м²), K-45715 (-0,2 кг/м²), K-47800 (-0,4 кг/м²), K-47801 (-0,5 кг/м²), K-47802 (-0,4 кг/м²), K-43260 (-0,5 кг/м²). Стрессоустойчивость стандарта Ростовская 90 составляла при этом -1,7 кг/м².

Генетическую гибкость образца или его компенсаторную способность в стрессовой ситуации характеризует индекс $(Y_{max} + Y_{min})/2$ [6]. В этом случае, чем выше этот

индекс, тем выше степень соответствия между генотипом объекта и факторами среды. Генетическая гибкость стандарта Ростовская 90 в период изучения составляла 3,14 кг/м². Больше она была у образцов К-43272 (3,26 кг/м²), К-50545 (3,36 кг/м²), К-47806 (3,46 кг/м²), К-48807 (3,21 кг/м²). Использование этих образцов в скрещивании позволит получать гибридный материал, обладающий высокой компенсаторной способностью в стрессовых условиях.

По коэффициенту стабильности, рассчитанному на основе дисперсии отклонений фактических урожаев от теоретически ожидаемых, выполнена оценка коллекционных образцов люцерны на стабильность их реакции при возделывании на зеленую массу. Расчет показал, что наименьший коэффициент S_i^2 , а значит наибольшую стабильность реакции, имели образцы К-36104 (0,28), К-48778 (0,01), К-45715 (0,03), К-47800 (0,08) и К-43260 (0,15). Эти образцы превосходили по стабильности реакции стандарт (2,87). Еще меньшей стабильностью реакции выделились образцы К-50545 (12,78), К-45119 (10,89) и К-47806 (11,81).

Способность растений поддерживать внутреннее равновесие и этим реализовывать генетические возможности при отклонении от нормы условий их возделывания принято считать гомеостатичностью [7, 8]. Это свойство определяет устойчивость растений против возникающих изменений среды (например, при дефиците влаги, высоких или низких температурах

воздуха и т.д.) и поэтому она связана с экологической пластичностью.

Высокими значениями гомеостатичности в проведенном опыте выделились К-36104 (77,0), К-48778 (763,9), К-45715 (337,4), К-47800 (96,8), К-47801 (51,7), К-47802 (78,7), К-39978 (44,7), К-43260 (54,1).

Выводы

Проведенная оценка образцов люцерны на наличие у них адаптивных свойств по признаку «урожайность зеленой массы» показала, что:

- большей отзывчивостью на изменение условий среды характеризуются генотипы: К-27116, К-43269, К-43272, К-48771, К-48775, К-48776, К-50545, К-50561, К-45119;
- слабой отзывчивостью $b_i < 1$ на изменение условий среды отличаются К-32873, К-33299, К-42684, К-42249, К-47803;
- высокой устойчивостью к стрессам выделяются К-36104, К-48778, К-42694, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-43260;
- генетической гибкостью обладают К-43272, К-50545, К-47806, К-47807;
- большую стабильность реакции на изменение условий среды имели К-36104, К-48778, К-48715, К-47800, К-43260;
- высокой гомеостатичностью (экологической пластичностью) выделялись К-36104, К-48778, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-39978, К-43260.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н.И. Генетика и сельское хозяйство (сб. статей) – М.: Изд-во «Знания». 1967. 64 с.
2. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений – М.: Колос, 1984. – 344 с.
3. Косолапов В.М., Козлов Н.Н., Коровина В.Л., Клименко И.А. Дикорастущие генетические ресурсы в селекции кормовых трав // Кормопроизводство. 2018. №1. С. 29-32.
4. Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
5. Дзюба В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010. 475 с.
6. Гончаренко А.А. О проблеме экологической устойчивости сортов зерновых культур // Безостая 1 – 50 лет триумфа: сборник статей между конференциями, посвященной 50-летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1. Краснодар, 2005. С. 44-59.
7. Хангильдин В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа: БФ АН СССР, 1979. – С. 5-39.
8. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Тоцилин В.Н. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи // Российская сельскохозяйственная наука. 2015. № 1-2. С. 3-9.

ОБ АВТОРАХ:

Станислав Александрович Игнатиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0003-0715-2982>;

Андрей Алексеевич Регидин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0002-3246-1501>;

Нина Станиславовна Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>;

REFERENCES

1. Vavilov N.I. Genetics and agriculture (collection of papers) – M.: Publishing house “Znaniya”. 1967. 64 p.
2. Boroevich S. Principles and methods of plant breeding. – Moscow: Kolos, 1984. – 344 p.
3. Kosolapov V.M., Kozlov N.N., Korovina V.L., Klimenko I.A. Wild-growing genetic resources in forage grasses' breeding // Feed production. 2018. No. 1. P. 29-32.
4. Alabushev A.V., Popov A.S., Ovsyannikova G.V., Sukharev A.A. The effect of sowing dates and forecrops on productivity and grain quality of the winter soft wheat variety 'Krasa Dona' in the southern part of the Rostov region // grain Economy of Russia. 2020. № 1(67). P. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
5. Dzyuba V.A. Theoretical and applied plant production: on the example of wheat, barley and rice: science-method. book, Krasnodar, 2010. 475 p.
6. Goncharenko A.A. On the problem of ecological stability of grain crop varieties// 50 years of triumph of the variety 'Bezostaya 1': collection of the articles of the International conference dedicated to the 50th anniversary of the development of the winter common wheat variety 'Bezostaya 1'. Krasnodar, 2005. P. 44-59.
7. Khangildin V.V. Homeostasis of yield components of grain and prerequisites for developing a model of spring wheat variety // Genetic analysis of quantitative traits of plants. - Ufa: BF AN SSSR, 1979. P. 5-39.
8. Goncharenko A.A., Makarov A.V., Ermakov S.A., Semenova T.V., Tochilin V.N. Estimation of ecological stability and adaptability of inbred winter rye lines// Russian Agricultural Science. 2015. No. 1-2. P. 3-9.

ABOUT THE AUTHORS:

Stanislav Aleksandrovich Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, FSBSI “ARC “Donskoy”, <http://orcid.org/0000-0003-0715-2982>;

Andrey Alekseevich Regidin, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, FSBSI “ARC “Donskoy”, <http://orcid.org/0000-0002-3246-1501>;

Nina Stanislavovna Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical analysis of breeding material and grain quality, FSBSI “ARC “Donskoy”, <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>

УДК 635.012:581.543:582.097

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-72-74>

Оригинальное исследование/Original research

Чебанная Л.П.

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

E-mail: bot.sad@bk.ru

Ключевые слова: клематис; сорт; садовая группа; фенология; сумма температур; вегетация; рост и развитие**Для цитирования:** Чебанная Л.П. Влияние температурного фактора на фенологические ритмы роста и развития клематиса. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 72–74.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-72-74>**Конфликт интересов отсутствует**

Lubov P. Chebannaya

FSBSI "North-Caucasus Federal Agrarian Research Center", Stavropol, Russia

Key words: clematis, variety, garden group, phenology, sum of temperatures, vegetation, growth and development**For citation:** Chebannaya L. P. Influence of the temperature factor on the phenological rhythms of clematis growth and development. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 72–74. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-72-74>**There is no conflict of interests**

Влияние температурного фактора на фенологические ритмы роста и развития клематиса

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Установление закономерностей роста и развития, определение влияния температурного фактора на отдельные фазы онтогенеза клематиса для обоснованного прогнозирования сроков их наступления в условиях Ставропольской возвышенности.**Методика.** В работе представлены результаты исследований наступления некоторых фаз роста и развития сортов клематиса садовой группы *Integrifolia* в Ставропольском ботаническом саду. Проанализированы данные фенологических наблюдений и метеорологические показатели 2016–2020 гг.**Результаты.** Установлено, что представители данной группы, в климатических условиях Ставропольской возвышенности ежегодно проходят все стадии сезонного развития. По результатам многолетних наблюдений выявлена степень приспособленности к новым природно-климатическим условиям. Проведен анализ влияния температурного фактора на даты наступления фенологических фаз. погодные условия вегетационного периода вызывают смещение фенофаз на более ранние или поздние сроки. В наших исследованиях даты наступления фазы «начало вегетации» варьируют, вследствие нестабильности метеорологических условий. Самая ранняя дата начала вегетации отмечена 04.03.2016 г., самая поздняя — 29.03.2019. Сумма активных температур воздуха выше 0 °C на этот период составила 185–198 °C. Определена сумма эффективных температур выше +5 °C, необходимая для наступления фаз бутонизации и цветения. Продолжительность межфазного периода от начала вегетации до бутонизации, в среднем, 67 дней. Межфазный период от начала бутонизации до цветения — 18 дней, сумма эффективных температур выше +5 °C за этот период составила 220 °C. Для обоснованного прогнозирования сроков наступления фазы «цветения» рассчитана необходимая сумма эффективных температур выше +5 °C за межфазный период от начала вегетации до начала цветения — 681 °C. Сумма активных температур выше 0 °C, до начала цветения, составила — 1212 °C.

Influence of the temperature factor on the phenological rhythms of clematis growth and development

ABSTRACT

Relevance. Establishment of regularities of growth and development, determination of the influence of the temperature factor on the individual phases of clematis ontogenesis for a reasonable prediction of the timing of their occurrence in the conditions of the Stavropol upland.**Methodology.** The paper presents the results of studies of the onset of certain phases of growth and development of clematis varieties of the garden group *Integrifolia* in the Stavropol Botanical Garden. The data of phenological observations and meteorological indicators of 2016–2020 are analyzed.**Results.** It is established that representatives of this group, in the climatic conditions of the Stavropol upland annually pass all stages of seasonal development. According to the results of long-term observations, the degree of adaptation to new natural and climatic conditions was revealed. The influence of the temperature factor on the dates of occurrence of phenological phases were analyzed. The weather conditions of the growing season cause the shift of the phenophases to earlier or later periods. In our studies, the dates of the onset of the "beginning of vegetation" phase vary, due to the instability of meteorological conditions. The earliest date of the beginning of the growing season was marked on 04.03.2016, the latest — on 29.03.2019. The sum of active air temperatures above 0 °C for this period was 185–198 °C. The sum of effective temperatures above +5 °C required for the beginning of the budding and flowering phases has been determined. The duration of the interphase period from the beginning of the growing season to budding is on average 67 days. The interphase period from the beginning of budding to flowering is 18 days, the sum of effective temperatures above +5 °C for this period was 220 °C. To predict the timing of the onset of the "flowering" phase, the necessary sum of effective temperatures above +5 °C for the interphase period from the beginning of the growing season to the beginning of flowering is calculated — 681 °C. The sum of the active temperatures above 0 °C, before flowering, was — 1212 °C.Поступила: 25 января
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреляReceived: 25 January
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

В Ставропольском ботаническом саду проводится многолетняя интродукционная работа по всестороннему изучению представителей рода Клематис (*Clematis* L.), одним из критериев оценки которой являются фенологические наблюдения. Фенологические наблюдения дают ответ на практический вопрос о наиболее благоприятном времени посадки или прогнозе цветения интродуцентов при использовании их в ландшафтном дизайне. В связи с этим, важное практическое значение имеет изучение сезонного ритма развития клематиса в данном районе интродукции.

Целью настоящей работы является установление закономерностей роста и развития, определение влияния температурного фактора на отдельные фазы онтогенеза клематиса для обоснованного прогнозирования сроков их наступления в условиях Ставропольской возвышенности.

Методика

Исследования проводились в 2016–2020 гг. Объемом изучения послужили сорта клематиса садовой группы *Integrifolia*, культивируемые в коллекции Ставропольского ботанического сада [1]. Изучение особенностей сезонного ритма роста и развития проводилось с использованием общепринятых методик фенологических наблюдений в ботанических садах и методических указаний по первичному сортоизучению клематисов [2]. Обработка результатов фенологических наблюдений проводилась по методике Г.Н. Зайцева [3]. Одновременно фиксировались погодные условия по годам исследований, что дало возможность определить особенности сезонного развития в зависимости от температурного фактора. Характеристика метеорологических условий приведена по данным метеопоста Ставропольского ботанического сада.

Ботанический сад расположен на высоте 630 м над уровнем моря. Почва на коллекционном участке клематиса представлена черноземами выщелоченными среднесуглинистыми малогумусными тяжелосуглинистыми. Реакция водной суспензии в пахотном слое слабощелочная: pH = 7,75–7,85 [7]. Климат умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха равна +7,5 °C. Продолжительность безморозного периода 180–190 дней. Среднегодовое количество осадков 720 мм, максимум приходится на май — июнь. Сумма активных температур выше 10 °C составляет 3200–3400 °C [4].

Результаты

Определив потребность в теплообеспеченности определенного вида на ту или иную фазу развития, можно прогнозировать сроки наступления определенной фазы по заранее рассчитанным среднесезонным суммам температур. Климатические условия 2016–2020 гг. были различными, в связи с этим, наблюдались

отличия в сроках наступления вегетации у клематиса. По данным фенологических наблюдений за пять лет, начало вегетации у изученных сортов в условиях Ставропольской возвышенности проходит в I–III декаде марта и напрямую зависит от климатических условий предшествующего периода. Самая ранняя дата начала вегетации отмечена 04.03.2016, самая поздняя — 29.03.2019. На основании многолетних фенологических наблюдений определена средняя дата начала вегетации сортов данной садовой группы — 20 марта. Период вегетации в разные годы составлял 205–242 дня.

Наступление фенофаз зависит от количества тепла, получаемого растением в предшествующий фазе период, или от суммы температур выше определенного предела, накопившихся за межфазный период [5]. В результате подсчета температур в исследуемые годы, определено, что начало вегетации у сортов группы *Integrifolia* происходит при $\Sigma t_a > 0$ °C = 191 °C, рассчитанных от начала года, и находится в пределах 185–198 °C (табл. 1).

Сумма эффективных температур выше +5 °C на начало вегетации составляла 22–64 °C. В 2016 году зима была теплой, переход через 0 °C отмечен 9 января, через +5 °C — 26 февраля. Среднесуточная температура февраля +5,2 °C. В связи с этим быстрое накопление положительных температур обусловило раннее начало вегетации в 2016 году (4 марта). В 2019 году январь и февраль характеризовались низкими среднесуточными температурами (-2,6 °C), в отличие от 2016 года. Среднесуточная температура марта составила +3,7 °C, отмечены более поздние даты перехода через 0 °C — 5 марта и через +5 °C — 5 апреля. Начало вегетации в

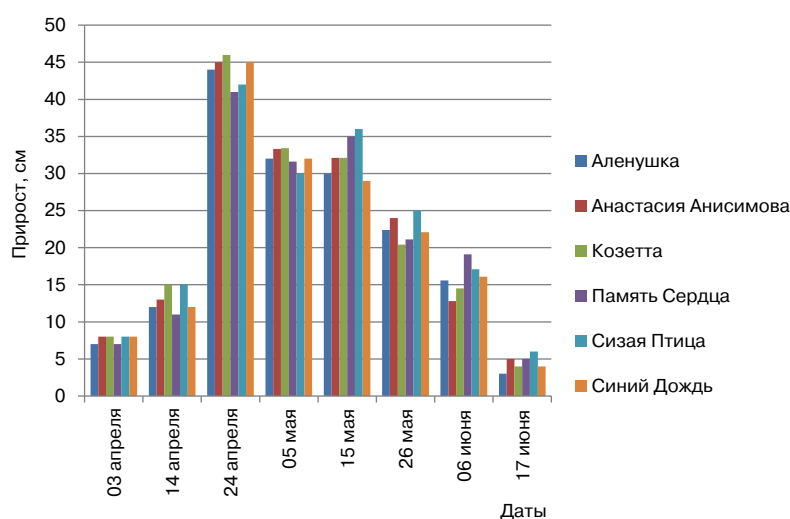
Таблица 1. Температурный фактор и даты начала вегетации клематиса

Table 1. Temperature factor and dates of the beginning of the clematis growing season

Показатель	Годы исследований				
	2016	2017	2018	2019	2020
Переход через 0 °C	09.01	16.02	03.02	05.03	19.02
Переход через +5 °C	26.02	15.03	16.03	05.04	10.03
Начало вегетации	04.03	26.03	28.03	29.03	10.03
$\Sigma t_a > 0$ °C	198	196	185	188	190
$\Sigma t_{эф} > 5$ °C	64	23	41	22	56

Рис. 1. Динамика роста побегов у сортов клематиса группы *Integrifolia*

Fig. 1. Dynamics of shoot growth in clematis cultivars of the *Integrifolia* group



2019 году отмечено раньше перехода температур через $+5^{\circ}\text{C}$ на семь дней, сумма активных температур выше 0°C на этот период составила 188°C и близка к среднему значению за 5 лет — 191°C . Следовательно, для прогнозирования начала вегетации следует учитывать среднесуточную сумму положительных температур воздуха, накопленных от начала года.

Прохождение фенологических фаз того или иного вида зависит во многом от ритмики сезонного развития, возможности изменения феноритма в новых условиях существования [6]. Фаза «начало роста побегов» клематиса наблюдается в III декаде марта — I декаде апреля, продолжается до начала бутонизации и имеет значительную разницу по интенсивности (рис. 1). Максимум прироста наблюдается со II декады апреля по III декаду мая, после перехода среднесуточных температур воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на отклонения в календарных сроках начала вегетации, фаза «начало бутонизации», по многолетним данным фенологических наблюдений, наступает в III декаде мая (21.05–26.05) с небольшим расхождением по годам и не зависит от даты начала вегетации. Как при ранней, так и при поздней дате начала вегетации сумма накопленных эффективных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ в межфазный период от начала вегетации до бутонизации в среднем составила 426°C и находилась в пределах $361\text{--}474^{\circ}\text{C}$. Продолжительность межфазного

периода минимальная — 59 дней, максимальная — 81 день, средняя многолетняя — 67 дней. Сумма активных температур выше 0°C на начало бутонизации составила $803\text{--}994^{\circ}\text{C}$.

Фаза «начало цветения» также имеет незначительные расхождения по годам. Средняя дата начала цветения в данной группе — 11 июня. Межфазный период от начала бутонизации до цветения в среднем 18 дней, а $\Sigma t_{\text{эф}} > 5^{\circ}\text{C}$ — 220°C . Для прохождения периода от вегетации до начала цветения определена необходимая $\Sigma t_{\text{эф}} > 5^{\circ}\text{C}$, в среднем она составила 681°C . Сумма активных температур выше 0°C , накопленных на начало цветения, в среднем составляет 1212°C (в пределах от 1119 до 1285°C).

Заключение

Проведенные многолетние исследования позволили определить температурные пороги наступления некоторых фаз онтогенеза у исследуемых сортов клематиса. Установлено, что начало вегетации у сортов группы *Integrifolia* наступает при $\Sigma t_a > 0^{\circ}\text{C}$, накопленных от начала года, в пределах $185\text{--}198^{\circ}\text{C}$. Существенное значение при использовании декоративных растений имеет прогнозирование сроков наступления фазы «цветения». Определена необходимая $\Sigma t_{\text{эф}} > +5^{\circ}\text{C}$, 681°C , за межфазный период от начала вегетации до начала цветения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог культивируемых древесных растений Ставропольского ботанического сада им. В.В. Скрипчинского. Бардакова С. А., Кожевников В.И., Неженцева Т.В., Чебанная Л.П. – Ставрополь, 2020.
2. Методические указания по первичному сортоизучению клематисов / Сост. М.А.Бескараванная // Никит. ботан. Сад. Ялта, 1975. 36 с.
3. Зайцев Г. Н. Обработка результатов фенологических наблюдений в ботанических садах // Бюл. ГБС АН СССР. 1974. Вып. 94. С. 3–10.
4. Чебанная Л.П. Методическое пособие по культуре и подбору ассортимента сортов клематисов для вертикального озеленения на Ставрополье. Ставрополь, 2010. 19 с.
5. Пидгайна Е. С. Влияние температурного фактора на фенологическое развитие травянистых пионов в условиях предгорного Крыма // Цветоводство: история, теория, практика: материалы междунар. науч. конф. Минск: Конфидо, 2016. С. 175–178.
6. Жигунов О.Ю., Насурдинова Р.А., Никитина Л.С. Сезонный ритм развития некоторых сортов рода *Clematis* L. в Уфимском ботаническом саду. // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2011. № 3 (98). Выпуск 14/1.

REFERENCES

1. Catalog of cultivated woody plants of the Stavropol Botanical Garden named after V. V. Skripchinsky. Bardakova S. A., Kozhevnikov V. I., Nezhentseva T. V., Chebannaya L. P.-Stavropol, 2020.
2. Methodological guidelines for the primary variety study of clematis / Comp. M. A. Beskaravaynaya / / Nikit. nerd. Garden. Yalta, 1975. 36 p.
3. Zaitsev G. N. Processing of the results of phenological observations in botanical gardens. sada AN SSSR. 1974. Issue 94. p. 3-10.
4. Chebannaya L. P. Methodological guide to the culture and selection of the assortment of varietal clematis for vertical gardening in the Stavropol region. Stavropol, 2010. 19 p.
5. Pidgaynaya E. S. Influence of the temperature factor on the phenological development of herbaceous peonies in the conditions of the foothill Crimea / / Floriculture: history, theory, practice: materials of the international scientific conference. Minsk: Confidential, 2016. P. 175-178.
6. Zhigunov O.Yu., Nasurdinova R.A., Nikitina L.S. Seasonal rhythm of development of some varieties of the genus *Clematis* L. in the Ufa Botanical Garden. // Scientific Bulletin. Natural Sciences series. 2011. № 3 (98). Issue 14/1.

УДК 633.2.033.4

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-75-78>

Краткий обзор/Brief review

**Кадоркина В.Ф.,
Шевцова М.С.**

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», Усть-Абаканский район, с. Зеленое, ул. Садовая, д. 5
E-mail: qeenmaria@yandex.ru

Ключевые слова: ломкоколосник ситниковый, биотипы, укосы, питательность, исходный материал

Для цитирования: Кадоркина В.Ф., Шевцова М.С. Оценка биотипов ломкоколосника ситникового (*Psathyrostachys juncea* (Fisch)) при многоукосном использовании. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 75–78.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-75-78>**Конфликт интересов отсутствует****Vera F. Kadorkina,
Maria S. Shevtsova**

FSBNU "Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia", Ust-Abakan district, s. Green, st. Sadovaya, 5
qeenmaria@yandex.ru

Key words: slash grate, biotypes, bumps, nutritivity, starting materia

For citation: Kadorkina V.F., Shevtsova M.S. Assessment of biotypes of the Russian wildrye (*Psathyrostachys juncea* (Fisch)) with multislope use. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 75–78. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-75-78>**There is no conflict of interests**

Оценка биотипов ломкоколосника ситникового (*Psathyrostachys juncea* (Fisch)) при многоукосном использовании

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты многоукосного использования ломкоколосника ситникового в питомнике исходного материала и данные о его питательности. Питомник исходного материала заложен в 2015 году, гнездовым способом, на территории ботанического сада НИИ аграрных проблем Хакасии в количестве 26 образцов. Работа проведена в соответствии с методическими указаниями по селекции многолетних злаковых трав, селекции и семеноводству многолетних трав. Наблюдения за ростом и развитием растений, учет продуктивности изучаемых номеров проводили по правилам селекции кормовых трав в Сибири. При оценке этой культуры для пастбищного использования проводили четыре скашивания. Характеризующее значение имеет не столько абсолютная величина прироста отавы, сколько его относительная стабильность в течение вегетационного периода. По сумме четырех укосов наибольшая продуктивность зеленой массы отмечена у К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 — от 500 г до 720 г. Мощность травостоя после скармливания является одним из показателей, определяющих нормальное состояние и развитие растений. После четырехкратного скашивания высокую мощность куста имели номера К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 — от 3,6 до 4,6 балла. По основному укосу по кормовым единицам выделились К 1, К 2 — 0,69–0,69 кг корма (стандарт — 0,49 кг) и при отаве — 0,68–0,67 кг (стандарт — 0,49 кг), соответственно по переваримому протеину по основному укосу К 1 — 149,6, К 2 — 162,5 г/кг корма стандарт 141,1 г/кг и К 1 — 147,2, К 2 — 140,2 (стандарт — 140,0 г/кг корма); по обменной энергии по основному укосу К 1 и К 2 9,8 МДж и 10,0 МДж, стандарт Манчаара 9,7 МДж.

Assessment of the biotypes of the Russian wildrye (*Psathyrostachys juncea* (Fisch)) with multislope use

ABSTRACT

The article presents the results of the multi-scale use of the Russian wildrye in the nursery of the source material and research on its nutritional value. The nursery of the source material was laid in 2015 by nesting method on the territory of the botanical garden "Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia" in the amount of 26 samples. The work was carried out in accordance with the guidelines for the selection of perennial cereal grasses, selection and seed production of perennial grasses. Observations of the growth and development of plants, accounting of the productivity of the studied varieties were carried out on the selection of forage grasses in Siberia. When evaluating this culture for pasture use four mowing operations were carried out. The characteristic value is not only the absolute value of the growth of the crop, but its relative stability of regrowth during the growing season. According to the sum of the four mows, the highest productivity of the green mass was observed in K 1, K 2, K 3, K 5, K 6, K 9, and K 18 — from 500 g to 720 g. The capacity of the grass stand after grazing is one of the indicators that determine the normal state and development of plants. After four — fold mowing, the numbers K 1, K 2, K 3, K 5, K 6, K 9, and K 18 had a high bush power — from 3.6 to 4.6 points. For the main mowing, forage units were allocated to 1, To 2 — 0,69 — 0,69 kg of feed standard 0.49 kg and at otave 0.68–0.67 kg, standard 0.49 kg, respectively, for digestible protein To 1–149.6, To 2 — 162.5 g / kg of feed standard 141.1 g/kg and to 1 — 147.2, to 2 — 140.2, standard 140.0 g/kg of feed) and for exchange energy for the main mowing to 1 and 2 9.8 MJ and 10.0 MJ, standard (Manchaara) — 9.7 MJ.

Поступила: 24 февраля
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 24 February
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Формы, обладающие исключительными адаптивными и продуктивными характеристиками в местных условиях, могут быть улучшены дальнейшей селекцией [1]. Ломкоколосник ситниковый (*Psathurostachys juncea* (Fisch)) — типичное пастбищное растение. От других пастбищных злаков отличается высоким содержанием протеина (13–15%), устойчивостью к вытаптыванию, ранним отрастанием (сразу после схода снега), высокой отавностью. При использовании в ранние фазы развития (до колошения) при среднегодовом количестве осадков 230 мм дает 1–2 отавы, в сухостепном районе республики Хакасия при среднегодовом количестве осадков 280 мм дает 3–4 отавы. Для селекционеров, работающих в направлении кормопроизводства, это означает возможность создания новых сортов кормовых культур с хорошей поедаемостью и переваримостью кормовой массы при высоком содержании в ней протеина, жира, углеводов, витаминов, микроэлементов, незаменимых аминокислот [2, 3, 4, 5, 6].

Ломкоколосник ситниковый — один из видов многолетних трав для пастбищного использования, обладающий хорошей отавностью и многолетним использованием в травостое в течение 10–15 лет, пригодный к пастбищному использованию; отличается ранним весенним отрастанием, а осенью остается в зеленом состоянии и прекрасно используется как пастбищная трава [7, 8].

Цель исследований — оценка и отбор биотипов ломкоколосника ситникового в питомнике исходного материала на продуктивность и питательность для пастбищного направления при многоукосном использовании.

Методика исследований

Исследования проводились в 2015–2020 годах, коллекционный питомник исходного материала заложен 15 июня 2015 года в количестве 26 сортообразцов на территории ботанического сада ФГБНУ «НИИ аграрных проблем Хакасии» на каштановых почвах. За стандарт взят сорт Манчаары. В период вегетации проводились фенологические наблюдения, дана оценка мощности травостоя по пятибалльной шкале: 1 — очень низкая; 2 — низкая; 3 — средняя; 4 — высокая; 5 — очень высокая. Для пастбищного использования растений закрепляли постоянные площадки на ряд лет деревянными колышками, которые находятся ниже уровня скашивания. Урожайность кормовой массы измеряли при наступлении пастбищной спелости (высота травостоя — 15–20 см), в 3–4 скашивания.

Питательность кормов определялась в ФГБУ «Государственная станция агрохимической службы «Хакасская». Работа проведена в соответствии с методическими указа-

ниями по селекции многолетних злаковых трав, селекции и семеноводству многолетних трав [9, 10, 11, 12]. Наблюдения за ростом и развитием растений, продуктивность изучаемых номеров проводили по правилам селекции кормовых трав в Сибири, статистическую обработку данных — с использованием программы Excel [13].

Сложившиеся погодные условия за эти годы в разные периоды вегетации были относительно благоприятными для роста и развития растений. В 2018 году агрометеорологические условия были менее благоприятными для ломкоколосника ситникового. Температура воздуха во все периоды вегетации была выше среднеемноголетних значений на 2–5 °С, кроме мая и июня, когда она была в пределах нормы. Осадков выпало ниже среднеемноголетних показателей [14].

Погодные условия 2019 года характеризовались достаточным увлажнением и повышенной температурой воздуха, которая была на 2–7 °С выше нормы. Осадков за весь период развития культуры выпало 311,5 мм, что на 46,3 мм больше нормы.

Таблица 1. Продуктивность зеленой массы при четырех сроках скашивания, г/м², среднее за 2018–2020 гг.

Table 1. Productivity of green mass at four mowing periods, g/m², from average 2018–2020

Сорто-образцы	Высота растений, см				Продуктивность зеленой массы, г/м ²					Мощность травостоя после 4-ого укоса, в баллах
	1-й	2-й	3-й	4-й	1-й	2-й	3-й	4-й	Сумма	
К 1	27,0	28,8	27,8	28,0	297	193	115	75	680	4,3
К 2	28,0	32,4	30,4	29,3	343	172	150	55	720	4,6
К 3	20,5	31,5	28,4	27,8	347	126	105	80	637	4,6
К 4	21,5	30,4	29,7	26,4	213	97	55	25	390	3,0
К 5	36,0	31,5	30,0	30,5	283	93	75	60	511	4,3
К 6	24,0	32,7	28,0	31,0	250	123	100	60	533	3,9
К 7	29,9	33,4	30,0	30,5	170	67	50	30	317	2,0
К 8	28,0	30,7	28,2	29,6	153	80	80	35	348	3,0
К 9	29,5	29,3	29,0	30,0	187	103	80	55	425	3,6
К 10	28,0	30,0	29,7	30,0	213	93	40	10	356	2,3
К 11	27,4	29,0	30,1	30,5	213	93	45	30	381	2,4
К 12	28,2	31,1	30,1	30,8	190	77	45	40	352	3,0
К 13	30,1	30,4	30,0	29,0	183	83	80	35	381	2,2
К 14	27,5	28,9	31,0	31,0	180	57	55	35	327	2,1
К 15	26,5	30,6	32,0	28,7	120	46	40	25	231	1,0
К 16	26,8	30,0	31,9	31,5	170	53	35	20	278	1,6
К 17	27,0	31,2	29,5	30,5	30	25	20	20	95	1,4
К 18	27,9	30,7	29,0	29,9	263	107	80	35	505	3,6
К 19	29,6	33,6	31,2	31,2	176	43	40	35	294	2,6
К 20	24,5	28,9	31,6	32,0	186	70	65	30	351	1,4
К 21	29,6	30,2	30,6	31,0	186	86	60	35	367	1,6
К 22	28,9	31,0	28,9	30,5	120	60	35	15	230	1,4
К 23	31,6	30,3	30,5	29,5	220	60	60	25	365	3,3
К 24	30,5	30,0	28,8	30,2	153	56	35	20	264	1,2
К 25	28,9	31,5	28,9	30,5	166	35	30	25	256	1,6
К 26	27,5	29,8	28,8	30,0	103	45	45	20	213	1,2

Температурный режим за вегетационный период 2020 года был выше среднеемноголетнего значения, данный год характеризовался неравномерным выпадением осадков, в июне выпало осадков в 4,2 раза больше нормы, июль и август соответствовал и нормам.

Результаты исследований

Для пастбищных целей особую ценность представляют сортообразцы ломкоколосника ситникового с хорошей отавностью. Его особенностью как лугопастбищной культуры является равномерность распределения кормовой массы в зависимости от укосов. Повторное, многократное удаление ассимилирующего аппарата — надземных побегов вместе с зелеными листьями — могут перенести лишь биотипы, обладающие большой способностью к вегетативному возобновлению, способные к отращиванию с образованием отавы.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием 26 биотипов в 2018–2020 гг. в питомнике исходного материала показали, что начало весеннего отращивания у сортообразцов К 1, К 2, К 3, К 6, К 12, К 18 наблюдалось в конце третьей декады апреля, а у остальных образцов — на неделю позже, высота растений составила 2,5–5,8 см. Основной укос изучаемых образцов наступил в третьей декаде мая, с высотой растений от 20,5 до 36,0 см. Последующие скашивания проходили через 13–22 дня. При оценке образцов характеризующее значение имеет не столько абсолютная величина прироста отавы, сколько его относительная стабильность в течение вегетации в последующие годы (табл. 1).

За годы исследований при оценке этой культуры для пастбищного использования провели четыре скашивания.

При первом скашивании растений в питомнике исходного материала по продуктивности сырой массы выделены образцы К 1, К 2, К 3, К 4, К 5, К 6, К 9, К 10, К 11, К 12, К 18, К 20, К 21, К 23 (185–347 г/м²). При втором укосе — номера К 1, К 2, К 3, К 6, К 9, К 18 (100–193 г/м²), при третьем скашивании сортообразцы К 1, К 2, К 3, К 6 имели от 100 до 155 г/м² и при четвертом К 1, К 3, К 5, К 6 — 60–80 г/м². По сумме четырех укосов наибольшая урожайность зеленой массы отмечена у К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 — от 500 г/м² до 720 г/м².

Мощность травостоя после скармливания является одним из показателей, определяющих нормальное состояние и развитие растений. После четырехкратного скашивания высокую мощность куста имели номера К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 — от 3,6 до 4,6 балла, остальные — 3,3 балла (от средней и до очень низкой).

Критерием оценки зеленой массы при четырех сроках скашивания могут быть разные статистические показатели: дисперсия признаков, характер распределения частот и др. Статистические данные по продуктивности зеленой массы 26 сортообразцов в питомнике исходного материала в различные сроки скашивания приведены в табл. 2.

Коэффициент вариации дает возможность сравнить изменчивость признака продуктивности зеленой массы сортообразцов. Установлено, что изменчивость признака зеленой массы существенная ($CV > 30$), составляет 41,68–55,60% при четырех сроках скашивания.

Ломкоколосник ситниковый содержит максимальное количество питательных веществ в ранние фазы развития [5]. Кормовая ценность выделенных образцов определялась при двух укосах зеленой массы: основной (в фазу кущения 2/VI) и отава (выход в трубку 5/VII). По

Таблица 2. Продуктивность зеленой массы ломкоколосника ситникового при четырех сроках скашивания в питомнике исходного материала, 2018–2020 гг.

Table 2. Productivity of the green mass of the Russian wildrye at four terms of mowing in the nursery of the source material, 2018–2020

Признак	Пределы варьирования	Популяция			Коэффициент вариации, V, %
		$\bar{x}$	$S\bar{x}$	S	
Зеленая масса 1-го укоса	30,0–347,0	185,9	14,64	77,5	41,68
Зеленая масса 2-го укоса	25,0–193,0	78,86	7,70	40,98	51,96
Зеленая масса 3-го укоса	20,0–150,0	60,81	6,30	32,5	53,50
Зеленая масса 4-го укоса	10,0–80,0	33,82	3,55	18,8	55,60

Примечание. $\bar{x}$ — среднее арифметическое значение; $S\bar{x}$ — ошибка средней; S — стандартное отклонение

Таблица 3. Питательная ценность зеленой массы сортообразцов ломкоколосника ситникового в питомнике исходного материала, 2019–2020 гг.

Table 3. The nutritional value of the green mass of the variety samples of the Russian wildrye in the nursery of the source material, 2019–2020

Образец	Содержится в 1 кг корма			
	Кормовые единицы, кг	Переваримый протеин, г	Клетчатка, г	ОЭ, мДж
Основной укос				
St. Манчаары	0,49	141,1	297,7	9,7
К 1	0,69	149,6	291,1	9,8
К 2	0,69	162,5	275,5	10,0
К 7	0,69	118,3	295,2	9,7
К 9	0,70	130,4	293,3	9,7
К 12	0,68	109,0	304,6	9,5
К 18	0,68	114,5	311,1	9,4
Отава				
St. Манчаары	0,49	140,0	289,0	9,8
К 1	0,68	147,2	313,0	9,4
К 2	0,67	140,2	302,5	9,6
К 7	0,62	134,9	325,0	9,1
К 12	0,65	104,3	335,2	8,9
К 18	-	-	-	-

кормовым единицам при основном укосе выделились все сортообразцы (0,68–0,70 кг), стандарт Манчаары 0,49 кг; по переваримому протеину номера К 1, К 2 (149,6 г/кг, 162,5 г/кг корма), стандарт Манчаары 141,1 г/кг; по обменной энергии К 1 — 9,8 и К 2 — 10,0 МДж, стандарт 9,7 МДж В отаве по кормовым единицам также все сортообразцы и по переваримому протеину К 1, К 2 (147,2 и 140,2 г/кг), стандарт 140,0 г/кг (табл. 3).

Выводы

Из проведенных исследований за 2018–2020 гг. по сумме четырех укосов наибольшая продуктивность зе-

ленной массы отмечена у К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 — от 500 г/м² до 720 г/м², при значительном коэффициенте вариации от 41,68–55,60%.

В зависимости от кратности скашивания ломкоколосника ситникового установлено, что после четырехкратного скашивания высокую мощность куста имели номера — К 1, К 2, К 3, К 5, К 6, К 9, К 18 от 3,6 до 4,6 балла.

По кормовым единицам, переваримому протеину и обменной энергии выделились К 1, К 2 (0,69 кг корма и 0,67–0,68 кг, стандарт 0,49); (149,6, 162,5 г/кг корма и 140,2–147,2, стандарт 140,0 г/кг корма) и (9,8–10,0 МДж, стандарт Манчаары 9,7 МДж).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамсутдинов З. Ш. Адаптивная система селекции кормовых растений (биоценотический подход). Издательство МГОУ. 2007. 224 с.
2. Косолапов В. М., Пилипко С. В., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур — залог успешного развития кормопроизводства. Достижение науки и техники АПК. 2015; 29(4): С. 35–37.
3. Пилипко С. В. Достижения и перспективы селекции кормовых культур. Научное обеспечение селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Самара: ООО «Книга», 2013. - С. 224 – 228.
4. Евсеева Г. В. Особенности формирования многолетних злаковых травостоев для пастбищного использования в условиях Карелии. Кормопроизводство. 2017; (2): 3 – 8.
5. Кашеваров Н. И., Полюдина Р. И., Рожанская О. А. Селекционные достижения для кормопроизводства Сибири. Кормопроизводство. – 2012; (2): 38 – 45.
6. Полюдина Р. И., Рожанская О. А., Потапов Д. А., Ланин В. А. Создание сортов кормовых культур в Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015 (2). 49 – 57.
7. Кадоркина В. Ф. Подбор исходного материала для селекции лом-колоосника ситникового на юге Средней Сибири. Кормо-производство. 2018; (9): С.38 – 41.
8. Кадоркина В. Ф., Шевцова М. С. Фитоценотическая парадигма в селекции ломкоколосника ситникового на юге Средней Сибири. Аграрная наука. 2019; (4): С. 58 – 61.
9. Косолапов В. М., Костенко С. И., Пилипко С. В., Ключкова В. С., Костенко Н. Ю., Малуженец Е. Е., Разгуляева Н. В., Кулешов Г. Ф., Пуца Н. М. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав. СПб Издательство РГАУ МСХА. 2012. 53 с.
10. Гончаров П. Л., Гончаров Н. П. Методические основы селекции растений. Новосибирск. 1999. – 308 с.
11. Гончаров П. Л., Гончаров Н. П. Методические основы селекции растений. Изд-во Новосиб. ун-та. 2004. –312 с.
12. Шатский И. М., Иванов И. С., Переправо Н. И., Золотарев В. Н., Сапрыкина Н. В., Лабинская Р. М., Степанова Г. В., Георгиади Н. И., Тарасенко Н. Ф. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание ОАО «Воронежская областная типография. 2016. – 236 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. Агропромиздат – 5-е изд. перераб. и доп. 1985. – 351 с.
14. Севостьянов В. К. Решая задачи эффективного и экологически безопасного ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне Алтае-Саянского экорегиона. Абакан, типография ООО Фирма «Март». 2007. – 88 с.

ОБ АВТОРАХ:

Кадоркина Вера Федоровна, ФГБНУ НИИАП Хакасии, руководитель группы кормопроизводства селекции и семеноводства

Шевцова Мария Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ НИИАП Хакасии, научный сотрудник группы кормопроизводства, селекции и семеноводства

REFERENCES

1. [Shamsutdinov Z. S. Adaptive system of selection of forage plants (biocenotic approach). Moscow State University Publishing House. 2007. 224 p. (In Russ..)]
2. [Kosolapov V. M., Pilipko S. V., Kostenko S. I. New varieties of forage crops-the key to the successful development of forage production. Achievement of agricultural science and technology. 2015; 29(4): pp. 35-37(In Russ..)]
3. [Pilipko S. V. Achievements and prospects of breeding forage crops. Scientific support of selection and seed production of agricultural crops. Samara: LLC "Kniga", 2013. - pp. 224 – 228 (In Russ..)]
4. [Evseeva G. V. Features of the formation of perennial grass stands for pasture use in the conditions of Karelia. Feed production. 2017 (2): 3 – 8 (In Russ..)]
5. [Kashevarov N. I., Polyudina R. I., Rozhanskaya O. A. Selection achievements for feed production in Siberia. Feed production. – 2012; (2): 38 – 45 (In Russ..)]
6. [Polyudina R. I., Rozhanskaya O. A., Potapov D. A., Lanin V. A. Creation of forage crop varieties in Siberia. Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2015 (2). 49 – 57 (In Russ..)]
7. [Kadorkina V.F. Selection of the source material for the selection of shitnikov scrap in the south of Central Siberia. Feed production. 2018; (9): Page 38 – 41. (In Russ..)] <https://doi.org/10.25685/KRM.2018.2018.17311>
8. [Kadorkina V.F., Shevtsova M.S. The fitocenotic paradigm in the selection of the sitnikov slab grate in the south of Central Siberia. Agrarian Science. 2019; (4): S. 58 – 61 (In Russ..)] <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-324-4-58-61>
9. [Kosolapov V. M., Kostenko S. I., Pilipko S. V., Klochkova V. S., Kostenko N. Yu., Malyuzhenets E. E., Razgulyaeva N. V., Kuleshov G. F., Putsa N. M. Methodological guidelines for the selection of perennial grasses. St. Petersburg Publishing House RGAU MSHA. 2012. 53 p. (In Russ..)]
10. [Goncharov P.L., Goncharov N.P. Methodological foundations of plant breeding. Novosibirsk. 1999. – 308 p 9 (In Russ..)]
11. [Goncharov P. L., Goncharov N. P. Methodological foundations of plant breeding. Publishing house Novosib. un-ta. 2004. – 312 p (In Russ..)]
12. [Shatsky I.M., Ivanov I.S., Perebrovo N.I., Zolotarev V.N., Saprykina N.V., Labinskaya R.M., Stepanova G.V., Georgiadi N.I., Tarasenko N.F. Selection and seed production of perennial herbs in the Central Black Earth region of Russia. Scientific publication of OJSC Voronezh Regional Printing House. 2016. – 236 p (In Russ..)]
13. [Armor B.A. Field experience methodology with the basics of statistical processing of research results. Agro-industrial publishing house - 5th ed. Pererab. and addendum. 1985. – 351 p (In Russ..)]
14. [Sevostyanov V.K. Solving the problems of efficient and environmentally safe agricultural production in the arid zone of the Altai-Sayan ecoregion. Abakan, printing house LLC Firm "March." 2007. – 88 p. (In Russ..)]

ABOUT THE AUTHORS:

Kadorkina Vera Fedorovna, Head of the group of feed production breeding and seed production, FGBNU NIIAP of Khakassia

Shevtsova Maria Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, National Research University of the Institute of Agricultural Sciences of Khakassia, researcher of the group of feed production, breeding and seed production

УДК 633.521.:631.582

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-79-82>

Оригинальное исследование/Original research

Сухопалова Т.П.ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Торжок, Тверская область,
ул. Луначарского, 35
E-mail: infotrk@fncl.ru**Ключевые слова:** лен-долгунец (*Linum usitatissimum*), севооборот, предшественник, повторный посев, засоренность посевов, урожайность**Для цитирования:** Сухопалова Т. П. Засоренность посевов льна-долгунца в севооборотах с короткой ротацией. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 79–82.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-79-82>**Конфликт интересов отсутствует****Tamara P. Sukhopalova**CBFC "Federal Scientific Center of Bast-Fiber
Crops Breeding", Torzhok, Russia
E-mail: info trk @ fncl.ru**Key words:** fiber flax (*Linum usitatissimum*), crop rotation, predecessor, re-sowing, weediness of crops, productivity**For citation:** Sukhopalova N.P. Weedness sowing of fiber flax in crop rotation with short rotation. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 79–82. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-79-82>**There is no conflict of interests**

Засоренность посевов льна-долгунца в севооборотах с короткой ротацией

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Целью работы являлось изучение влияния предшественников, возделываемых в трех севооборотах с короткой ротацией, на засоренность посевов льна-долгунца и урожайность льнопродукции. Исследование проводили в полевых опытах 2016–2019 гг. на средне- и слабокислых дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых почвах Тверской области с высоким содержанием фосфора.**Методы.** В качестве предшественников льна-долгунца возделывали вико-овсяную смесь и горчицу белую с поукосным выращиванием горчицы белой на зеленое удобрение, а также проводили повторный посев льна-долгунца на одном и том же поле три года подряд после предшественника ячменя.**Результаты.** В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее снижение засоренности посевов льна-долгунца и увеличение урожайности льнопродукции наблюдалось в севообороте с возделыванием горчицы белой на зеленое удобрение после предшественника вико-овсяной смеси на зеленый корм и внесения после предшественника ячменя биофунгицида Стернифог с добавлением в раствор 12 кг/га аммиачной селитры. Наблюдалось снижение количества стеблей пырея ползучего (*Agroparon repens*) в 2,8 раза, достоверное увеличение урожайности льнотресты — на 5 ц/га по сравнению с повторным возделыванием льна-долгунца на одном и том же поле и на 1,4 ц/га — по сравнению с возделыванием после ячменя без применения биофунгицида. Урожайность льносоломы при этом составила 29,1 ц/га, льнотресты — 22,4 ц/га, льноволокна — 6 ц/га. В севообороте с посевом льна-долгунца после ячменя на одном и том же поле три года подряд отмечалось снижение урожайности льноволокна на 0,3 и 0,8 ц/га, в том числе трепаного — на 1,6 и 1,7 ц/га по сравнению с выращиванием в севооборотах с поукосным использованием горчицы белой на зеленое удобрение.

Weedness sowing of fiber flax in crop rotation with short rotation

ABSTRACT

Relevance. The aim of the work was to study the influence of predecessors cultivated in three crop rotations with a short rotation on the weedness of fiber flax crops and the yield of flax products. The study was carried out in field experiments in 2016–2019, on medium and weakly acidic soddy-podzolic light and medium loamy soils of the Tver region with a high phosphorus content.**Methods.** As the precursors of fiber flax, vetch-oat mixture and white mustard were cultivated with post-cut cultivation of white mustard for green fertilization, and also repeated sowing of fiber flax was carried out in the same field for three years in a row after the predecessor of barley.**Results.** As a result of the studies, it was found that the greatest lowering the weediness of fiber flax crops and an increase in the yield of flax products was observed in the crop rotation with the cultivation of white mustard for green fertilization after the precursor of the vetch-oat mixture for green fodder and the introduction of the biofungicide Sternifag after the precursor of barley with the addition of 12 kg/ha of ammonium nitrate. There was a decrease in the number of stems of couch grass (*Agroparon repens*) by 2.8 times, a significant increase in the yield of fiber flax — by 5 dt/ha a compared with repeated cultivation of fiber flax in the same field and by 1.4 dt/ha compared with cultivation after barley without the use of biofungicide. At the same time, the yield of flax straw was 29.1 dt/ha, of flax stock 22.4 dt/ha, of flax fiber — 6 dt/ha. In the crop rotation with the sowing of fiber flax after barley in the same field for three years in a row, there was a decrease in the yield of flax fiber by 0.3 and 0.8 dt/ha, including fiber scutched flax — by 1.6 and 1.7 dt/ha in comparison with cultivation in crop rotations with post-harvest use of white mustard for green fertilization.Поступила: 26 декабря
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреляReceived: 26 december
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Роль севооборота изменятся в зависимости от уровня социально-экономического развития общества. В настоящее время вернулись к проблеме соблюдения севооборота в связи с ограниченными возможностями техногенного поддержания плодородия почв и повышения продуктивности пашни [1].

В конкретных почвенно-климатических условиях научно обоснованное чередование культур в севообороте в значительной степени оказывает влияние на засоренность предшественников и последующих культур. В Ростовской области за ротацию севооборота поля очищались от сорной растительности в севооборотах с 10% чистого пара на 56,5–69,2% [2].

Существуют наиболее пластичные по отношению к фактору севооборота культуры. Среди зерновых культур — это кукуруза. Ее возделывают в севооборотах с короткой ротацией и бессменно. Но даже при этом в различных условиях и при различном ее использовании (на зерно или на силос) роль севооборота различна [3]. Возделывание кукурузы на силос бессменно (в течение 30 лет) не ведет к снижению урожайности [4].

Лен-долгунец — культура, остро реагирующая на размещение его в севообороте, в основном он возделывается в семи — восьмипольных севооборотах. При возделывании его повторно в севообороте или бессменно отмечается накоплением специфических для этой культуры болезней, вредителей и сорняков, что приводит к снижению урожайности льнопродукции и качества льносырья.

Современными исследованиями по влиянию предшественников на урожайность льна-долгунца, проведенными на серых лесных почвах подтаежной зоны Западной Сибири, установлено, что повторные посевы в течение двух лет существенно не снижают урожайность и качество льнопродукции. Типично выраженное «льно-утомление» почвы наступает на третий-четвертый год повторного возделывания льна-долгунца, снижая урожайность льносемян от 50 до 60%, льносоломы от 35 до 45%. Повторное возделывание льна независимо от исходного предшественника способствует увеличению засоренности посевов льна до 45% [5]. Выявили, что посев льна-долгунца по льну и насыщение семипольного севооборота двумя или тремя полями льна снижало урожайность и качество льнопродукции, степень которого зависела от уровня агротехники [6].

В ФГБНУ ВНИИЛ в период с 2000 по 2015 гг. изучены новые предшественники, совместно с применением промежуточной (поживной либо поукосной) культуры горчицы белой оказывающие влияние на снижение засоренности посевов льна-долгунца пыреем ползучим по сравнению с возделыванием льна после озимой ржи и ячменя, где не возделывали промежуточные культуры [7]. В условиях Центрального района НЗ РФ целесообразна замена традиционного предшественника льна — ячменя — на новые предшественники (вико-овсяную смесь либо горчицу белую с промежуточным посевом горчицы белой), что обеспечивает уменьшение стеблей пырея ползучего в посевах в полтора раза [8].

В качестве сидеральной культуры можно использовать не только горчицу белую, но вероятно и горчицу сарепскую, которая благоприятно

влияет на сохранение и повышение плодородия почв. Так, после разложения 35–40 т/га зеленой массы для последующей культуры становится доступно до 90 кг/га нитратного азота, 30 кг/га подвижного фосфора, 100 кг/га обменного калия [9].

Необходимо изучить возможность оздоровления почвы путем включения промежуточных посевов горчицы белой на зеленое удобрение и биофунгицида Стернифаг в льняной севооборот с короткой ротацией, оценить влияние этих приемов на засоренность посевов льна-долгунца и урожайность льнопродукции, ее качество.

Методика

Исследования проводили в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ (Тверская область) в период с 2016 г. по 2019 г. на сильно- и среднекислой и слабокислой дерново-подзолистой среднесуглинистой почве (по ГОСТ 26257-97) (рН 4,4–5,4). Перед посевом льна-долгунца почва опытного участка характеризовалась очень высоким содержанием (по ГОСТ 26907-91) подвижного фосфора (290–298 мг/кг), повышенным и высоким содержанием калия (134–170 мг/кг). Содержание гумуса было 1,5–1,6% (по ГОСТ 26213). Полевой опыт однофакторный. Изучали три севооборота с короткой ротацией с чередованием культур, указанных в таблице 1. В первый год в севооборотах высевали предшественники льна-долгунца, на второй год после предшественников был посеян лен-долгунец.

В 2018 г. в первом севообороте повторно высевали лен-долгунец, во втором и третьем севооборотах был посеян ячмень, во втором севообороте с применением почвенного биофунгицида Стернифага — 80 г/га с добавлением в раствор 12 кг/га аммиачной селитры для разложения растительных остатков и подавления почвенных фитопатогенов. В 2019 г. в севооборотах с короткой ротацией высевали лен-долгунец.

Предшественник ячмень высевали с нормой посева 5 млн всхожих семян на 1 гектар, под ячмень вносили полную дозу минеральных удобрений $N_{45}P_{80}K_{80}$. Высевали лен-долгунец сорта Тверской, посев производили с нормой посева 22 млн всхожих семян на 1 га; возделывали его по общепринятой технологии с внесением минеральных удобрений под культивацию в дозе $N_{10}P_{22}K_{80}$. Перед посевом предшественника горчицы белой сорта Луговская с использованием зеленой массы на корм вносили минеральные удобрения из расчета $N_{35}K_{60}$, под вико-овсяную смесь на зеленый корм — $N_{30}K_{70}$. Предшественники горчицу белую и вико-овсяную смесь на зеленый корм выращивали без внесения фосфорных удобрений. Поукосно горчицу белую на зеленое удобрение после уборки горчицы белой и вико-овсяной смеси на зеленый корм высевали с нор-

Таблица 1. Схемы севооборотов с короткой ротацией

Table 1. Crop rotation with short rotation patterns

Севооборот	Размещение культур в севообороте по годам			
	2016	2017	2018	2019
1-й	Ячмень	Лен-долгунец	Лен-долгунец	Лен-долгунец
2-й	Вико-овсяная смесь + поукосно горчица белая		Ячмень + стернифаг	
3-й	Горчица белая + поукосно горчица белая		Ячмень	

мой посева 4,5 млн всхожих семян на 1 га без внесения минеральных удобрений.

Зеленая масса горчицы белой была запахана на удобрение в количестве 13,6 т/га после предшественника горчицы белой и 14,3 т/га — после предшественника вико-овсяной смеси в начале ротации севооборота. В зеленой массе горчицы белой содержится N — 5; P₂O₅ — 1,6; K₂O — 4% на абс. сух. в-во, в почву с зеленой массой горчицы белой в среднем поступило 70 кг/га азота, 22 кг/га фосфора и 56 кг/га калия.

Биофунгицид Стернифаг вносили после уборки ячменя и заделывали в почву с помощью культивации.

В посевах льна-долгунца наиболее вредоносным и трудноискореняемым сорным растением являлся пырей ползучий. Для борьбы с сорной растительностью в фазе «елочка» посева льна-долгунца обрабатывали баковой смесью гербицидов, включающей Секатор Турбо — 75 мл/га, Лонтрел — 250 или 300 мл/га, Пантера — 1,2 л/га или Миура — 1 л/га, Гербитокс — Л — 600 или 700 мл/га. Общая площадь делянки полевого опыта составляла 88 м², учетная — 66,5 м². Повторность опыта трехкратная.

Основные учеты и сопутствующие наблюдения выполняли согласно Методическим указаниям по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [9]. Учеты урожая осуществляли методом сплошной уборки по деляночно. Математическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова (М. 1985).

Результаты

В 2016 г. перед уборкой предшественников количество сорных растений существенно снижалось в посевах горчицы белой и вико-овсяной смеси с поукосным посевом горчицы белой. Общее количество сорных растений при этом было меньше в 2 и 4 раза, в том числе стеблей пырея ползучего в 1,5 и 3,9 раза при уменьшении его воздушно-сухой массы в 5 и 6 раз соответственно по сравнению с посевами с предшественником ячменем (табл. 2).

В 2017 г. в посевах льна-долгунца в зависимости от предшествующей культуры изменялось количество присутствующих сорных растений. Перед уборкой льна-долгунца после предшественника ячменя сохранялась тенденция увеличения количества стеблей пырея ползучего и их воздушно-сухой массы по сравнению с выращиванием его после горчицы белой и вико-овсяной смеси.

При повторном посеве льна-долгунца по льну-долгунцу в 2018 г. в первом севообороте количество сорных растений возросло в 1,4 и 2 раза, а их воздушно-сухая масса — в 1,5 и 2 раза. При этом количество стеблей пырея ползучего увеличилось в 1,7 и 2,8 раза, а его воздушно-сухая масса в 2,1 и 2,6 раза по сравнению с посевами ячменя во втором и третьем севооборотах (табл. 2).

Если рассматривать засоренность посевов льна-долгунца в раннюю желтую спелость в 2019 г., то необходимо отметить, что на третий год посева льна-долгунца по льну-долгунцу количество сорных растений перед его уборкой соответствовало их количеству в начале ротации первого севооборота и составляло 497 шт./м², что в 2,4–2,8 раза выше, чем в севооборотах, где предшественником был ячмень. Количество стеблей пырея ползучего снижалось в 2,8 раза во втором севообороте, где лен-долгунец был посеян после ячменя с использованием препарата Стернифаг, и в третьем — в 1,4 раза.

Таким образом, можно отметить, что использование на зеленое удобрение горчицы белой способствовало снижению засоренности посевов льна-долгунца, в том числе и таким злостным сорняком, как пырей ползучий. Применение после уборки ячменя препарата Стернифаг с последующей его запашкой в почву оказало значительное влияние на снижение количества стеблей пырея ползучего в посевах льна-долгунца. Второй севооборот наиболее приемлем для возделывания льна-долгунца с учетом снижения засоренности его посевов.

Рассматривая урожайность льнопродукции, необходимо отметить, что ее увеличение наблюдалось при значительном снижении засоренности посевов льна-долгунца в вариантах с поукосным использованием горчицы белой на удобрение.

В 2017 г. после использования поукосного посева горчицы белой на зеленое удобрение урожайность льнотросты и льноволокна была высокой (51 и 53 ц/га; 16 и 17 ц/га против 50,4 и 15,8) и имела тенденцию к увеличению по сравнению с посевом его после тради-

Таблица 2. Засоренность посевов льна-долгунца в раннюю желтую спелость и предшественников перед уборкой в севооборотах с короткой ротацией, 2016–2019 гг.

Table 2. Infestation of fiber flax crops at early yellow ripeness and predecessors before harvesting in crop rotations with short rotation, 2016–2019

Севооборот	Количество сорных растений, шт./м ²		Воздушно-сухая масса сорных растений, г/м ²	
	всего	в т.ч. пырея ползучего	всего	в т.ч. пырея ползучего
2016 г.				
1-й	427	120	180,6	53,7
2-й	106*	33	14,4*	8,3
3-й	183*	76	19,3*	10,2
HCP ₀₅ , шт./м ²	123	F ₀₅ < F _φ	75,6	F ₀₅ < F _φ
2017 г.				
1-й	126	5	22,1	1,4
2-й	139	2	24,0	0,4
3-й	159	2	20,9	0,01
2018 г.				
1-й	255	124	126,5	59,4
2-й	178	69	82,0	28,1
3-й	129	43	59,6	23,0
2019 г.				
1-й	497	107	94,5	7,0
2-й	177	37	34,9	7,2
3-й	204	74	49,2	16,4

* Существенно на 5%-ном уровне значимости

ционного предшественника ячменя с сохранением качества льнотресты.

В 2018 г. урожайность льнопродукции при повторном посеве льна по льну снизилась в 1,8 раза по сравнению с урожайностью льнотресты и льноволокна в 2017 г., но качество льнотресты не ухудшалось.

В результате проведенных исследований в 2019 г. выявили, что агротехнологический прием, включающий использование Стернифага обеспечил достоверное увеличение урожайности льнотресты — на 5 ц/га по сравнению с повторным возделыванием льна-долгунца на одном и том же поле и на 1,4 ц/га — по сравнению с возделыванием после ячменя. Урожайность льносоломки при этом составила 29,1 ц/га, льнотресты — 22,4 ц/га, льноволокна 6 ц/га.

На третий год повторного посева льна-долгунца на одном и том же поле в 2019 г. отметили снижение урожайности льнотресты на 65,4% по сравнению с 2017 г., а с 2018 г. — на 37,1%, льноволокна — на 70,9 и 46,9% соответственно, что сказалось и на снижении качества льнотреста на 1,5 ед. номера.

Продуктивность второго севооборота с использованием в 2016 г. промежуточного посева горчицы белой и Стернефага в 2018 г. возросла в среднем на 13 зер. ед. по сравнению с севооборотом, где повторно высевался лен-долгунец.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Тюлин В.А., Сутягин В.П. Конструирование севооборотов в адаптивно-экологическом земледелии (научный обзор). Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017; 10 (2.): 297-301. [Tyulin V. A., Sutyagin V. P. Designing crop rotations in adaptive-ecological agriculture (scientific review). International journal of applied and fundamental research. 2017; no. 10 (2): 297-301. (in Russ).]
2. Э.А. Гаева, С.А. Тарадин, Е.Н. Нежинская Засоренность севооборотов с короткой ротацией, размещенных на склоновых землях Ростовской области. Научно-агрономический журнал. Издательство: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Ниже-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства" (Волгоград); 2018. 2. (103): 31-33. [Gaeva E. A., Taradin S. A., Nezhinskaya E. N. Crop rotations with short rotation located on the slope lands of the Rostov region are clogged. Scientific and agronomic journal. Publishing house: Federal state budgetary scientific institution "Nizhne-Volzhsky research Institute of agriculture" (Volgograd). 2018; (2) (103): 31-33. (in Russ).]
3. Музафаров Н.М., Попова Е.Н. Влияние севооборота и монокультуры на урожайность кукурузы на зерно в условиях Левобережной Лесостепи Украины. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019; (4): 42-46. [Muzafarov N. M., Popova E. N. Influence of crop rotation and monoculture on the yield of corn for grain in the conditions of the left-Bank forest-Steppe of Ukraine Bulletin of the Belarusian state agricultural Academy. 2019; (4): 42-46. (in Russ).]
4. Скороходов В.Ю. Урожайность кукурузы на силос в севооборотах и при бессменном возделывании в зависимости от предшественника на двух уровнях интенсификации в степной зоне Южного Урала. Известия Оренбургского государственного Университета. 2020, 2. (82). 68-71. [Скороходов В.Ю. Yield of maize for silage in crop rotations and during permanent cultivation, depending on the predecessor at two intensification levels in the steppe zone of South Urals Izvestiya Orenburg State University. 2020, 2. (82). 68-71 (in Russ).]
5. Клячина С.Л. Влияние предшественников и удобрений на урожайность и валовой сбор волокна льна-долгунца. Льноводство Сибири (современное состояние и перспективы

Таким образом, во втором севообороте с короткой ротацией с использованием промежуточного посева горчицы белой на зеленое удобрение и Стернефага обеспечивалось снижение засоренности и увеличение урожайности льнопродукции по сравнению с возделыванием льна-долгунца на одном и том же поле три года подряд.

Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее снижение засоренности посевов льна-долгунца и увеличение урожайности льнопродукции за период короткой ротации наблюдалось в севообороте с возделыванием горчицы белой на зеленое удобрение после предшественника вико-овсяной смеси на зеленый корм и с внесением биофунгицида Стернифага после уборки предшественника ячменя.

Наблюдалось снижение количества стеблей пырея ползучего в 2,8 раза, достоверное увеличение урожайности льнотресты — на 5 ц/га по сравнению с повторным возделыванием льна-долгунца на одном и том же поле и на 1,4 ц/га — по сравнению с возделыванием после ячменя без применения биофунгицида. Урожайность льносоломки при этом составила 29,1 ц/га, льнотресты — 22,4 ц/га, льноволокна — 6 ц/га.

развития): Материалы Всероссийской научно-практической конференции. РПО Тарский филиал ФГБОУ ВПО Ом. ГАУ им. П.А. Столыпина. Тара, 2013:81. [Klyachina S. L. Influence of precursors and fertilizers on the yield and gross harvest of flax fiber. Flax growing in Siberia (current state and development prospects): Materials of the all-Russian scientific and practical conference / RPO Tarsky branch of the p. A. Stolypin Moscow state UNIVERSITY. Tara, 2013: 81. (in Russ).]

6. Рысев М.Н., Степин А.Д., Кострова Г.А. и др. Влияние предшественников, концентрация посевов льна-долгунца в севообороте на различных фонах минерального питания на урожайность и качество льнопродукции, продуктивность севооборотов и плодородие почвы. Международный научно-исследовательский журнал; 2019 (11). Вып. (89). Часть 2: 21-30. [Rysev M. N., Stepin A.D., Kostrova G. A. and D. R. the Influence of precursors, the concentration of flax-dolgunets crops in crop rotation on various backgrounds of mineral nutrition on the yield and quality of flax products, crop rotation productivity and soil fertility. international scientific research journal. 2019; 11. Issue (89). Part 2: 21-30. (in Russ).]

7. Сухопалова Т.П. Фитосанитарное состояние посевов льна-долгунца после новых предшественников и промежуточной культуры. Аграрный вестник Верхневолжья. 2018; (3): 45 - 49. [Sukhopalova T. P. Phytosanitary condition of flax crops after new precursors and intermediate crops. Agrarian Bulletin of the upper Volga region. 2018; (3): -P. 45-49. (in Russ).]

8. Сухопалова Т.П. Совершенствование севооборота со льном-долгунцом для борьбы с пыреем ползучим. Земледелие. 2016, (1) 45-48. [Sukhopalova T. P. Improvement of crop rotation with flax-longhorn to combat wheatgrass creeping. Agriculture. 2016, (1) 45-48 (in Russ).]

9. Монастырский В.А. Бабичев А.Н., Ольгаренко В.И., Сухарев Д.В. Возделывание горчицы сарепской в качестве сидерата. Плодородие. 2019; (5): 45 - 47. [Monastyrsky V. A., Babichev A. N., Olgarenko V. I., Sukharev D. V. Cultivation of sarep mustard as a siderate. Fertility. 2019; (5): 45-47. (in Russ).]

10. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок, Ржевская тип., 1978. - 72 с. [Guidelines for conducting field experiments with long-legged flax. Torzhok, Rzhevskaya type., 1978. - 72 p. (in Russ).]

ОБ АВТОРЕ:

Сухопалова Тамара П., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

ABOUT THE AUTHOR:

Tamara P. Sukhopalova, cand Sc., leading research er of laboratory agrotechnologists CBFC "Federal Scientific Center of Bast-Fiber Crops Breeding",

ДЕЛАРО®: ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ПОД НАДЕЖНОЙ ЗАЩИТОЙ

Фунгицидная защита зерновых культур — базовый элемент технологии, от которого зависит реализация генетического потенциала современных сортов. Он обеспечивает профилактику и лечение зерновых культур от основных заболеваний.

Но современная фунгицидная защита — это зачастую даже больше, чем только контроль патогенов. Многие представители новейшего поколения фунгицидов обладают еще одним, принципиально важным свойством: озеленяющим эффектом. Именно так работает новейший фунгицид Деларо® от компании «Байер», аналогов которого на российском рынке не существует!

Фунгицид Деларо® получил регистрацию на широком спектре сельскохозяйственных культур. В этом списке — зерновая группа: пшеница, ячмень, рожь, овес и рис. Сильные стороны данного препарата проистекают из его состава. В него входят 175 г/л протиокконазола и 150 г/л трифлуксиксиробина. Важно: аналогичной комбинации нет в арсенале ни одной другой компании-производителя!

Состав фунгицида Деларо® делает его настоящим специалистом по продолжительному контролю листовых заболеваний. Он обеспечивает защиту посевов против широкого перечня экономически значимых заболеваний:

озимая и яровая пшеница: бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, мучнистая роса, пиренофороз;

яровой и озимый ячмень: сетчатая пятнистость, темно-бурная пятнистость, карликовая ржавчина, ринхоспориоз, мучнистая роса;

рожь озимая: бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, ринхоспориоз;

овес: корончатая ржавчина, красно-бурная пятнистость;

рис: пирикулярриоз.

Несколько слов о механизмах действия Деларо®. Протиокконазол — системное действующее вещество: оно быстро проникает в ткани листа и отличается длительным периодом защитного действия.

Другое дело — трифлуксиксиробин. Как и все стробилурины, он обладает ярко выраженными профилактическими свойствами. Кроме того, трифлуксиксиробин обладает трансламинарной активностью. А значит, способен частично перемещаться из обработанных в

необработанные ткани листа, повышая эффективность применения фунгицида Деларо®.

Следует помнить, что Деларо® — единственный на российском рынке препарат с двумя действующими веществами, обладающими явным физиологическим (озеленяющим) эффектом. На практике это выражается в увеличении урожайности и повышении качественных характеристик.

Оптимальная фаза применения фунгицида Деларо® на озимой пшенице — флаговый лист. В этом случае он надежно защищает верхний и средний ярусы листьев, а также обеспечивает мягкий озеленяющий эффект.

Опыты, заложенные в Воронежской области на озимой пшенице в 2017 году, продемонстрировали стопроцентную эффективность Деларо® против септориоза и пиренофороза даже на 35-й день после обработки. Обработка проводилась по флаг-листу в максимальной норме расхода препарата — 1 л/га.

Испытания, проведенные в Краснодарском крае на озимой пшенице и ячмене, показали: верхние ярусы растений, обработанных фунгицидом Деларо® в фазу флагового листа, оставались неповрежденными и зелеными вплоть до молочно-восковой спелости зерна. Это внесло важный вклад в формирование высокого урожая.

Важно: сочетание первой профилактической обработки фунгицидом Инпут® в фазе «конец кущения» и обработки по флаговому листу с фунгицидом Деларо® обеспечивает надежную защиту листового аппарата на протяжении всего периода активной вегетации.

**ДЕЛАРО®: ДОВЕРЬТЕ СВОИ ПОЛЯ
СПЕЦИАЛИСТУ ВЫСОКОГО ПОЛЕТА!**



Горячая линия Bayer

8 (800) 234-20-15

*для аграриев





Горячая линия для аграриев
8 (800) 234-20-15
www.cropscience.bayer.ru



Ваш урожай высокого полёта

Деларо® – фунгицид для защиты полевых культур, состоящий из двух действующих веществ с различным механизмом действия и озеленяющим эффектом.

НАВЕДИ КАМЕРУ:



на правах рекламы

УДК 631.459.3:631.6.02:528.8

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-85-87>

Оригинальное исследование/Original research

**Антонов С.А.,
Перегудов С.В.***ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», лаборатория ГИС-технологий, ул. Никонова, д. 49, 356241, Михайловск, Ставропольский край, Россия***Ключевые слова:** дефляция, защитные лесные насаждения, эффективность, геоинформационные технологии, пространственный анализ**Для цитирования:** Антонов С.А., Перегудов С.В. Анализ противодефляционной эффективности полезащитных лесных насаждений в засушливой зоне Ставропольского края. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 85–87.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-85-87>**Конфликт интересов отсутствует****Sergey A. Antonov,
Sergey V. Peregydov***FSBSI «North-Caucasian federal scientific agrarian center», laboratory of GIS-technology, Nikonova st. 49, 356241, Mikhailovsk, Stavropol Region, Russia***Key words:** deflation, protective forest plantations, efficiency, geoinformation technologies, spatial analysis**For citation:** Antonov S.A., Peregydov S.V. Analysis of antideflationary effectiveness of field-protective forest plantations in the arid zone of the Stavropol Region. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 85–87. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-85-87>**There is no conflict of interests**

Анализ противодефляционной эффективности полезащитных лесных насаждений в засушливой зоне Ставропольского края

РЕЗЮМЕ

В статье представлены материалы исследований, которые посвящены оценке противодефляционной эффективности основных полезащитных лесных насаждений на территории засушливой зоны Ставропольского края.

Актуальность. Обусловлена региональными особенностями изменения климата в Ставропольском крае в направлении увеличения его засушливости, что способствует росту вероятности возникновения таких явлений, как засухи, суховеи и пыльные бури. Важным приемом по снижению их вредоносного влияния является использование полезащитных лесных насаждений, которые проектировались более 40 лет назад и в настоящее время во многих регионах России значительно разрушены.

Методы. Новизна при проведении исследования состоит в использовании данных дистанционного зондирования Земли и современных геоинформационных технологий.

Результаты. На территории исследования выявлено неконтролируемое увеличение площади пашни на 165,8 тыс. га за счет распашки сенокосов и пастбищ, что привело к снижению защитной лесистости территории до 3,6% при рекомендованном уровне 3,8–4,8%. Средняя сохранность защитных лесных насаждений на территории исследования составляет 73%. Площадь основных полезащитных лесных насаждений составляет 36 733 га, при этом только 25% из них расположены на рекомендованных междолосных расстояниях и 66% — под оптимальными углами относительно господствующих ветров. На территории исследования отмечается снижение противодефляционной эффективности основных полезащитных лесных насаждений до 78%, что крайне негативно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур, особенно при условии возникновения таких неблагоприятных явлений, как засухи, суховеи и пыльные бури.

Analysis of antideflationary effectiveness of field-protective forest plantations in the arid zone of the Stavropol Region

ABSTRACT

The article presents research materials that are devoted to assessing the antideflationary effectiveness of the main field-protective forest plantations in the arid zone of the Stavropol Region.

Relevance. In the Stavropol Region the regional features of climate change are noted in the direction of increasing its aridity, which contributes to the increased likelihood of such phenomena as droughts, dry and dust storms. An important technique to reduce their harmful effects is the use of field-protective forest plantations, which were designed more than 40 years ago and are now significantly destroyed in many regions of Russia.

Methods. The originality of the research approach is the use of remote sensing and geoinformation technologies.

Results. On the study area an uncontrolled increase in arable land by 165.8 thousand hectares was revealed due to the plowing of hayfields and pastures, which led to a decrease in the protective forest cover of the territory to 3.6% with the recommended level of 3.8–4.8%. The average safety of protective forest plantations in the study area is 73%. The area of the main field-protective forest plantations is 36,733 hectares, with only 25% of them located at the recommended interband distances and 66% — at optimal angles relative to the prevailing winds. On the study area there was a decrease in the antideflationary efficiency of the main field-protective forest plantations to 78%, which extremely negatively affects the productivity of crops, especially if adverse events such as droughts, dry winds and dust storms occur.

Поступила: 4 февраля
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 4 February
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Современные тенденции изменения климата, которые отмечаются в мире, имеют региональные и зональные особенности, и Ставропольский край не является исключением [1]. В засушливой зоне Ставропольского края за период 2011–2020 гг. в сравнении с данными многолетних наблюдений (1981–2010 гг.) отмечается прирост среднегодовой температуры на 0,8°C и снижение годового количества осадков на 55 мм, что привело к снижению гидротермического коэффициента (ГТК) с 0,8 до 0,6. В результате современные климатические условия засушливой зоны Ставропольского края характеризуются как очень засушливые.

Для территории исследования характерно ежегодное проявление засух различной продолжительности [2]. Увеличение засушливости климата территории исследования способствует увеличению вероятности возникновения суховеев и пыльных бурь, которые являются катастрофическим проявлением дефляции и наносят значительный ущерб сельскому хозяйству. Последний раз пыльная буря на территории исследования отмечалась в 2020 г., а наиболее вредоносная пыльная буря была зафиксирована более 50 лет назад — в 1969 г., и привела к гибели 758 тыс. га посевов на территории Ставропольского края [3].

Важным приемом по снижению вредоносного влияния засух, суховеев и пыльных бурь является использование полевых защитных лесных насаждений (ПЛН), которые способствуют снижению скорости ветра на 10–15%, испаряемости — на 10–30%. Они создаются на плоскоравнинных участках (крутизной от 1,5–2°) и перпендикулярно направлению вредоносных ветров. ПЛН должны быть расположены на определенных расстояниях друг от друга в зависимости от типа почв [4]. На территории исследования преобладают каштановые почвы — они занимают 46,5% территории, и черноземы — 27,6%. Междолевое расстояние для данных типов почв колеблется в интервале от 250 м до 500 м.

ПЛН проектировались более 40 лет назад и в настоящее время во многих регионах России они значительно разрушены [5]. Важное значение имеет оценка противодефляционной эффективности существующих ПЛН с учетом их сохранности, почвенного покрова и особенностей использования земель.

Цель исследования: оценить противодефляционную эффективность основных ПЛН в засушливой зоне Ставропольского края на основе геонформационных технологий и материалов космосъемки.

Материалы и методы

При проведении исследования были использованы мультиспектральные данные со спутников Sentinel 2a/b, WorldView 1–3 и радиолокационные данные SRTM, климатические данные Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и районные почвенные карты масштаба 1:100 000.

Для обработки космосъемки использовались: геометрическая и атмосферная коррекция, дешифрирование. В качестве методов геонформационных технологий были использованы: векторизация, овер-

лейные операции, анализ геометрии, оценка близости, определение ориентации полигона, цифровое моделирование рельефа, пространственный и геостатистический анализ.

Оценка сохранности лесных насаждений проводилась при помощи анализа статистического распределения вегетационного индекса NDVI, полученного дистанционными методами [6, 7].

Результаты исследований

По данным дистанционного мониторинга, фактическая площадь пашни в Ставропольском крае в 2019 г. на 394 тыс. га (11%) превысила данные статистического учета, причем наибольший прирост (165,8 тыс. га или 42%) площади характерен для засушливой зоны Ставропольского края. Увеличение площади пашни происходит в основном за счет неконтролируемой распашки сенокосов и пастбищ, которые чаще всего располагаются на склоновых или деградированных землях, что способствует развитию дефляции и водной эрозии.

По данным дистанционного мониторинга установлено, что общая протяженность защитных лесных насаждений на территории исследования составляет 16 377 км, они занимают площадь 72 288 га при этом, средняя для зоны сохранность защитных лесных насаждений составляет 73%. Однако она значительно колеблется в зависимости от района. Так, самая низкая сохранность выявлена в Степновском (57%), а самая высокая — в Александровском районе (85%).

Увеличение площади пашни приводит к значительному снижению показателя защитной лесистости территории, который определяется соотношением площади защитных лесных насаждений к площади пашни. По данным ФНЦ агроэкологии РАН, для засушливой зоны Ставропольского края оптимальный уровень защитной лесистости должен составлять 3,8–4,8%, однако фактический уровень лесистости в среднем по зоне равен 3,6%, при этом отмечаются значительные колебания (2,2–4,6%) в зависимости от района.

В результате пространственного анализа цифровой модели рельефа и метрических характеристик насаждений установлено, что площадь основных ПЛН, которые являются противодефляционным каркасом на территории исследования, составляет 36 733 га (51% от общей площади).

В среднем на территории исследования только 25% основных ПЛН имеют рекомендованное междолевое

Таблица 1. Характеристика противодефляционной эффективности основных полевых защитных лесных насаждений

Table 1. Characteristics of the antideflation efficiency of main field-protective forest plantations

Район/округ	Расположено на рекомендованных расстояниях (%)	Расположено под оптимальными углами (%)	Расчетная противодефляционная эффективность (%)
Александровский	70	84	82
Благодарненский	12	16	68
Буденновский	12	9	67
Ипатовский	22	88	83
Курский	38	95	84
Новоселицкий	24	46	74
Петровский	37	91	83
Советский	7	41	73
Степновский	30	93	84
Засушливая зона	25	66	78

расстояние. При этом отмечаются значительные колебания по районам от 7 до 70%. В результате ПЛН теряют эффект взаимодействующей системы и воспринимаются как отдельно стоящие, значительно снижая свою противодефляционную эффективность.

Согласно данным многолетних наблюдений, на территории исследования преобладающими направлениями вредоносных ветров являются восточное, восточно-северо-восточное, восточно-юго-восточное. Пространственный анализ перпендикулярности положения ПЛН относительно направлений вредоносных ветров показал, что на территории исследования 66% ПЛН расположены оптимально, а 34% имеют снижен-

ную (на 15–35%) противодефляционную эффективность (табл. 1).

Выводы

Пространственный анализ существующих защитных насаждений на территории засушливой зоны Ставропольского края выявил значительное снижение их сохранности — до 73%, и снижение противодефляционной эффективности основных полезащитных лесных насаждений до 78%, что крайне негативно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур, особенно при условии возникновения таких неблагоприятных явлений, как засухи, суховеи и пыльные бури.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эдельгериев РС-Х. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство). М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2019. 476 с. [Edelgeriev RS-X. Global climate and soil cover in Russia: desertification and land degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry). M.: Soil Science Institute. V.V. Dokuchaev. 2019. 476 p. (In Russ.)]
2. Антонов С.А. Изменение засушливости территории Ставропольского края за последние 50 лет (1969-2018 гг.). *Сельскохозяйственный журнал*. 2019;12(2): 6–12. [Antonov S.A. Change in the aridity of the Stavropol Territory over the past 50 years (1969-2018). *Agricultural Journal*. 2019; 12 (2): 6–12 (In Russ.)]
3. Кулинцев ВВ, Годунова ЕИ, Желнакова ЛИ. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Ставрополь: АГРУС СтГАУ. 2013. 520 с. [Kulintsev VV, Godunova EI, Zhelnakova LI. System of agriculture of the new generation of the Stavropol Territory: monograph. Stavropol:

AGRUS StSAU. 2013. 520 p. (In Russ.)]

4. Родин АР (ред.), Родин СА, Васильев СБ. Лесомелиорация ландшафтов. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2014. 192 с. [Rodin AR (ed.), Rodin SA,

Vasiliev SB. Forest reclamation of landscapes. M.: FSBEI HPE MSTU. 2014. 192 p. (In Russ.)]

5. Павловский ЕС, Абакумов БА, Бабенко ДК, Бартенев ИМ. Защитное лесоразведение. М.: Агропромиздат. 1986. 263 с. [Pavlovsky E.S., Abakumov BA, Babenko DK, Bartenev IM. Protective afforestation. M.: Agropromizdat. 1986. 263 p. (In Russ.)]

6. Антонов С.А. Новый метод оценки сохранности защитных лесных насаждений на основе данных дистанционного зондирования Земли. *Известия ОГАУ*. 2020;84(4): 107–112. [Antonov S.A. A new method for assessing the safety of protective forest plantations based on Earth remote sensing data. *News OSAU*. 2020;84 (4): 107–112 (In Russ.)]

7. Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW. Deering Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symp*. 1973;A(1): 309–317.

НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•

Саксаул закрепляет пески на дне высохшего Арала

За счет массовой высадки саксаула, черкеза и других солеустойчивых растений удалось создать новые лесные экосистемы на дне высохшего Аральского моря. В этих местах появились зайцы, лисицы, фазаны и другие представители фауны.

Как сообщает ratel.kz, объединить усилия Узбекистана и Казахстана по озеленению осушенного дна Арала призывает узбекский ученый Зиновий Новицкий. Реализация программы по коренному преобразованию Приаралья посредством проведения широкомасштабных лесомелиоративных работ началась в 2018 году. Сегодня видны ее зримые результаты. Предлагались вместо лесопосадок и другие решения. Дать, например, на осушенное дно воду в таком количестве, чтобы море восстановилось в прежних берегах. Но для этого пришлось бы отказаться от орошаемого земледелия, что практически невозможно в современных реалиях. Поэтому было принято решение проводить лесомелиоративные работы, в основе которых научно обоснованный и расчетно-технологический подход, плановость, очередность и открытость.

Однако ученый считает, что необходимо объединить деятельность соседних стран — Казахстана и Узбекистана, чтобы ускорить проведение этих работ. Также недостаточно использовать только методы создания

зеленых насаждений по массивному принципу. Необходимо учитывать почвенные условия, применять современные прогрессивные методы лесомелиорации, разработанные учеными. В их числе локальное, очаговое, пастбищезащитное, мелиоративно-кормовое лесоразведение. Эффективно использовать также различные приемы закрепления подвижных песков. Как показала практика, это намного дешевле и результативнее ранее использованных методов.



УДК 633.63:575.174.015.3

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-88-90>

Краткий обзор/Brief review

**Налбандян А.А.,
Хуссейн А.С.,
Федулова Т.П.,
Руденко Т.С.,
Михеева Н.Р.,
Селиванова Г.А.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова», 396030, РФ, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, д. 86
E-mail: arpnal@rambler.ru

Ключевые слова: сахарная свекла, фузариозная гниль, ген устойчивости, од-нонуклеотидные замены, специфические праймеры

Для цитирования: Налбандян А.А., Хуссейн А.С., Федулова Т.П., Руденко Т.С., Михеева Н.Р., Селиванова Г.А. Изучение гена кислой хитиназы SE2 в генотипах сахарной свеклы. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 88–90.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-88-90>**Конфликт интересов отсутствует**

**Arpine A. Nalbandyan,
Ahmad S. Hussein,
Tatyana P. Fedulova,
Tatyana S. Rudenko,
Natalia R. Mikheeva,
Galina A. Selivanova**

All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov, Voronezh, 396030, Russia
E-mail: arpnal@rambler.ru

Key words: sugar beet, fusarium root rot, resistance gene, single nucleotide polymorphism, specific primers

For citation: Nalbandyan A.A., Hussein A.S., Fedulova T.P., Rudenko T.S., Mikheeva N.R., Selivanova G.A. Studying of the acid chitinase SE2 gene in sugar beet genotypes. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 88–90. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-88-90>**There is no conflict of interests**

Изучение гена кислой хитиназы SE2 в генотипах сахарной свеклы

РЕЗЮМЕ

Цель работы – апробация специфического праймера FusA1F/FusA1R для изучения гена SE2, ответственного за экспрессию кислой хитиназы при стрессовых ситуациях. Материалом для исследования служили растения сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции. Для подтверждения связи гена SE2, локализованного на хромосоме 3 и контролирующего стабильный уровень работы кислой хитиназы, с устойчивостью сахарной свеклы к корневой гнили проведено генотипирование 10 образцов сахарной свеклы с использованием молекулярно-генетического маркера FusA1. Были выявлены по 2 ДНК-фрагмента длиной 600 п.н. и 400 п.н. во всех исследуемых генотипах, кроме растений дикой свеклы (*Beta corolliflora* Zoss.). В результате проведенных исследований гена SE2 идентифицированы восемь однонуклеотидных замен (3 T/C, 2 C/G, A/G, G/A, C/T) и 3 однонуклеотидные вставки (нуклеотид А) в растениях селекционного номера 9 (Sh.1) по сравнению с устойчивым генотипом. Растения данного гибрида и в полевых условиях проявляли признаки зараженности фузариозом. Можно предположить, что данные SNPs могут приводить к преодолению устойчивости (путем замены аминокислотной единицы в полипептиде) и, как следствие, снижению адаптационной способности растений.

Studying of the acid chitinase SE2 gene in sugar beet genotypes

ABSTRACT

Aim of the work was specific primers (FusA1F/FusA1R) testing to study the SE2 gene controlling acid chitinase effect under stress conditions. Plants of domestic and foreign sugar beet were the material for the investigation. To confirm relationship between the SE2 gene (localized to the chromosome 3) controlling steady effect of acid chitinase and sugar beet resistance to root rot, 10 sugar beet samples were genotyped using the FusA1 molecular marker. DNA-fragments of 600 and 400 b.p.in length were revealed in each of the investigated genotypes except plants of wild beet (*Beta corolliflora* Zoss.). As a result of molecular-genetic studies of the SE2 gene, eight single nucleotide polymorphism (3 T/C, 2 C/G, A/G, G/A, C/T) and 3 single nucleotide inserts (nucleotide A) were identified in plants of the breeding sample No. 9 (Sh.1). Plants of this genotype showed symptoms of fusarium infection under field conditions as well. It can be concluded that the SNPs data lead to overcoming of resistance (by changing an amino-acid unit in a polypeptide), and, as consequence, to decrease of plant adaptability.

Поступила: 2 февраля
После доработки: 12 апреля
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 2 February
Revised: 12 April
Accepted: 15 April

Введение

Сахарная свекла подвергается различным болезням, как в процессе вегетации, так и во время хранения.

Возбудителями болезни являются микроорганизмы, которые содержатся на корнеплодах, особенно с неотмытой почвой. Все заболевания свеклы приводят в конечном итоге к ее загниванию. Загнивание свеклы в кагатах не происходит под действием одного какого-либо возбудителя. В этом процессе принимают участие многие виды грибов и бактерий. Преобладание того или иного вида зависит от многих факторов [1].

Микробиологическое разрушение свекловичной ткани приводит к кагатной гнили, основными возбудителями которой являются плесневые грибы рода *Fusarium*. Плесневые грибы во время хранения сахарной свеклы могут вызвать такие заболевания, как ботритиоз, фомоз и фузариоз.

Фузариоз — заболевание, вызываемое представителями рода *Fusarium*, проявляется образованием на поверхности корня (главным образом в верхней его части) мицелия розового или желтого цвета.

Fusarium oxysporum является одним из разрушительных патогенных микроорганизмов, вызывающим значительные потери урожая у сахарной свеклы, и выявление устойчивых форм культуры имеет решающее значение для селекции. Для сахарной свеклы большую проблему представляют такие заболевания, как фузариозное увядание и фузариозная корневая гниль, вызываемые широко распространенными и вредоносными грибами *F. oxysporum* и *F. solani* [2, 3]. Известно, что у растений ключевую роль в иммунных реакциях играют гены устойчивости (R-гены). Подбор молекулярно-генетических маркеров к R-генам для выявления устойчивых генотипов достаточно сложен, так как устойчивость к данному заболеванию характеризуется полигенным наследованием (QTL) и находится под контролем многих генов, расположенных в разных группах сцепления [4, 5, 6]. Но кроме прямой устойчивости, растения формируют и опосредованный ответ на воздействие неблагоприятных биотических факторов. Известно, что растения для противостояния различным патогенным организмам, продуцирующим хитин, экспрессируют хитиназу, являющуюся катализатором деградации хитина, что приводит к обезвреживанию патогена. Несмотря на отсутствие генов-кандидатов для этой культуры, опосредованные гены устойчивости, такие как гены, отвечающие за работу хитиназ, могут быть ключевыми для идентификации генов устойчивости к фузариозу сахарной свеклы [7]. Активность изоферментов хитиназы (EC 3.2.1.14) коррелирует с патогенной инфекцией и, следовательно, может играть важную роль в механизмах защиты растений в клетках корня или листьев против различных фитопатогенов, таких как *F. oxysporum*. Так, в листьях сахарной свеклы были идентифицированы две изоформы кислой хитиназы (SE1 и SE2), но только одна изоформа (SE2) проявляет экзохитиназную активность и способна эффективно гидролизовать хитоолигосахариды. Подобно SE2, гликозилированная изоформа хитиназы SP2 также способна участвовать в процессах защиты сахарной свеклы от фитопатогенов [8]. Кислые хитиназы заслужили пристальное внимание в связи с их эффективностью в широком диапазоне применений, в том числе их использование в качестве биоконтролирующего средства против растительных патогенных грибов [9].

Методика

Материалом для выявления наличия генов устойчивости к биотическим стрессорам служили растения са-

харной свеклы отечественной и зарубежной селекции. Семена анализируемых образцов *Beta vulgaris* L. выращивали в горшках диаметром 15 см, заполненных грунтом, при комнатной температуре. Для эксперимента использовали листовой аппарат сахарной свеклы. Когда растения достигали фазы 2 пар настоящих листьев, в почву вносили по 5 мкл споровой суспензии *Fusarium oxysporum* в концентрации 35 тыс. КОЕ/1 мл [10]. Выделение геномной ДНК из растительной ткани осуществляли при помощи 20% SDS и 3,5 М ацетата аммония, а также наборами для выделения ДНК (ООО «Синтол») [11]. Качество выделенной ДНК было определено путем электрофореза в 1,5%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Полученная ДНК растворялась в 10 мМ трис-HCl-буфера, pH 8,0, содержащем 0,1 мМ ЭДТА и использовалась для ПЦР-анализа. Классическая полимеразно-цепная реакция была проведена на амплификаторе «Genius» (Великобритания). ПЦР в режиме реального времени осуществляли в термоциклере CFX96 (BioRad). Условия проведения ПЦР-реакции оптимизировали в соответствии с характеристиками используемых праймеров. В работе был использован следующий специфический праймер FusA 1 на ген, контролирующий работу кислой хитиназы (F: 5,AGCTACCTTTGGTAACGGGC3, / R: 5, GCAGTGCCTTAAGCTGGCATC3, [12]. Праймер был сконструирован в программе Primer BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>). Секвенирование полученных ПЦР-ампликонов проведено на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500 (Thermo Fisher Scientific Inc., США).

Результаты

Для подтверждения связи гена SE2, локализованного на хромосоме 3 и контролирующего стабильную экс-

Рис. 1. Электрофоретическое разделение ПЦР-фрагментов, полученных с праймером FusA 1: обозначения образцов: 1 — F119170, 2 — F119176, 3 — MC10039, 4 — MC11018, 5 — ОП19172, 6 — ОП19179, 7 — Н.1, 8 — М.1, 9 — Sh.1, 10 — дикая свекла *B. corolliflora* Zoss., М — маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™ (Thermo Fisher Scientific, США), К — ПЦР-смесь без ДНК

Fig. 1. Analysis of DNA fragments amplified with primer FusA 1: sample designations: 1 — F119170, 2 — F119176, 3 — MS10039, 4 — MS11018, 5 — Pollinator19172, 6 — Pollinator19179, 7 — H.1, 8 — M.1, 9 — Sh.1, 10 — *B. corolliflora* Zoss., M — GeneRuler™ DNA molecular weight marker (Thermo Fisher Scientific); K — PCR mixture without DNAs

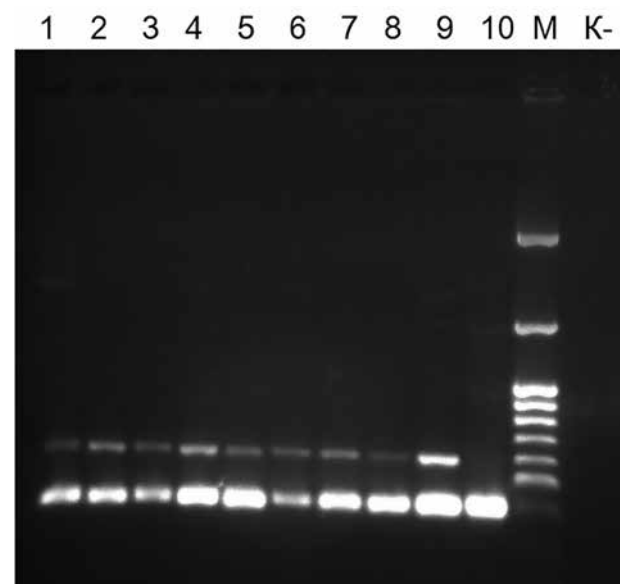
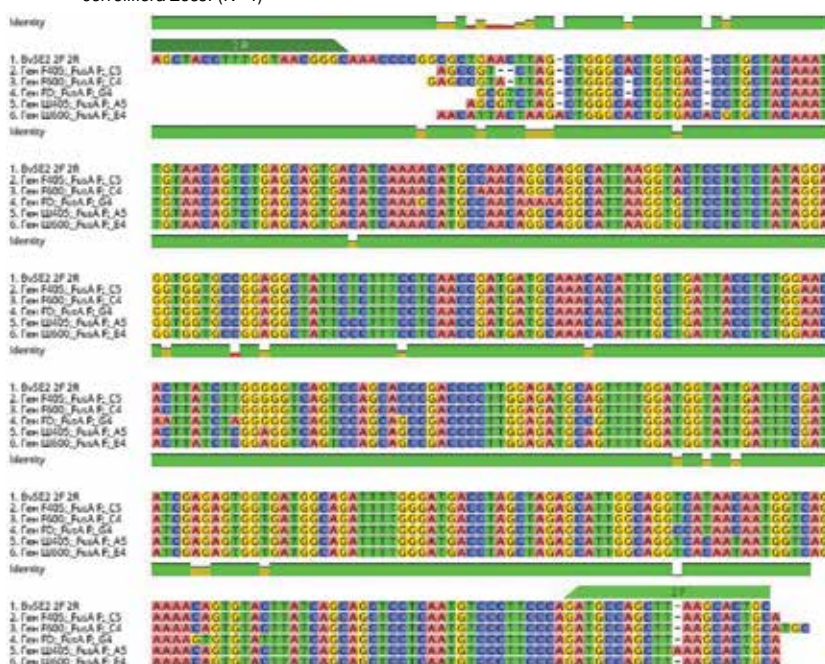


Рис. 2. Локализация SNPs в генотипах: F119170 (на фото под № 2, 3), Sh.1 (на фото под № 5, 6) и *B. corolliflora* Zoss. (на фото под № 4)

Fig. 2. Localization of single nucleotide polymorphisms in sample F119170 (№ 2, 3), Sh.1 (№ 5, 6), *B. corolliflora* Zoss. (№ 4)



прессию кислой хитинизы, с устойчивостью сахарной свеклы к корневой гнили проведено генотипирование 10 образцов сахарной свеклы с использованием молекулярного маркера *FusA1*. Выявлено по 2 ДНК-фрагмента, длиной 600 п.н. и 400 п.н., во всех исследуемых генотипах, кроме растений дикой свеклы *Beta corolliflora* Zoss. (рис. 1). Это свидетельствует о гетерозиготности образцов по данному локусу, растения же дикой свеклы являются устойчивыми гомозиготами. Дикие формы культурных растений традиционно вызывают интерес у селекционеров при отборе на устойчивость к болезням, так как являясь носителями аутосомной доминанты, и при расщеплении будут сохранять ее. Гетерозиготы же образуют гаметы, из которых часть будет носителем рецессивных аллелей, часть — доминантных.

Для более детального изучения и выявления новых однонуклеотидных замен (SNPs) некоторые ампликоны (№ 1, 9, 10) были просеквенированы по методу Сэнгера.

Результаты прочтения нуклеотидных последовательностей обнаруженных ДНК-фрагментов были проанализи-

фицированные нами однонуклеотидные замены являются *popsynonimus*, то есть кодируют другую аминокислоту, что ведет к изменениям в аминокислотном составе пептида. Следствием этого является экспрессия функционально иного белка и инактивация исходного.

Выводы

В результате проведенных молекулярно-генетических исследований гена SE2 (контролирует работу кислой хитиназы) идентифицированы восемь однонуклеотидных замен (3 Т/С, 2 С/Г, А/Г, Г/А, С/Т) и 3 однонуклеотидные вставки (нуклеотид А) в селекционном номере 9 (Sh.1). Можно заключить, что данные однонуклеотидные замены могут приводить к преодолению устойчивости (путем замены аминокислотной единицы в полипептиде) и, как следствие, снижению адаптационной способности растений. Таким образом, созданный нами праймер *Fus1F/R* можно рекомендовать для оценки селекционного материала сахарной свеклы на устойчивость к фузариозной гнили.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Kagami H., Kurata M., Matsuhira H. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Methods Mol. Biol.* 2015;1223: 335–347.
- Стогниенко О.И., Стогниенко Е.С. Полевая устойчивость гибридов F1 сахарной свеклы к наиболее вредоносным болезням в условиях ЦЧР. *Аграрная наука.* 2019;2: Р. 75–78. [Stognienko O.I., Stognienko E.S. Field resistance of sugar beet F1 hybrids to the most harmful diseases under conditions of the central black-earth region. *Agrarian science.* 2019;2:75-78. (In Russ.)].
- Lucchi De C., Stevanato P., Hanson L., McGrath J., Panella L., Biaggi M. De, Broccanello C., Bertaggia M., Sella L., Concheri G. Molecular markers for improving control of soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* in sugar beet. *Euphytica.* 2017;213:71.
- Francis S., Asher M. Exploitation of novel sources of disease resistance in Beta germplasm using molecular markers. *J Sugar Beet.* 2000;37: 89–95.
- Fank A., Galewski P., McGrath M. Nucleotide-binding resistance gene signatures in sugar beet, insights from a new reference genome. *The Plant Journal.* 2018;95: 659-671.
- Urbach J., Ausubel F. The NBS-LRR architectures of plant R-proteins and metazoan NLRs evolved in independent events. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2017;114: 1063-1068.
- Sekhwil M., Pingchuan Li P., Lam I., Wang X., Cloutier S., You F. Disease Resistance Gene Analogs (RGAs) in Plants. *Int. J. Mol. Sci.* 2015;16: 19248-19290.
- Yerzhebayeva R., Abekova A., Konysbekov K., Bastaubayeva Sh., Kabdrakhmanova A., Absattrova A., Shavrukov Y. Two sugar beet chitinase genes, *BvSP2* and *BvSE2*, analysed with SNP Amplifluor-like markers, are highly expressed after *Fusarium* root rot inoculation and field susceptibility trial. *Peer J.* 2018;6: 2-19.
- Nagpure A., Choudhary B., Gupta R. Chitinases: in agriculture and human healthcare. *Critical Reviews in Biotechnology.* 2014;34(3): 215-232.
- Walker JC. *Plant Pathology.* Third Edition. New York: McGraw-Hill Book. 1969. 819 p.
- Hussein A.S., Nalbandyan A.A., Fedulova T.P., Bogacheva N.N. Efficient and nontoxic DNA isolation method for PCR analysis. *Russian Agricultural Sciences.* 2014;40(3): 177-178.
- Altschul S., Gish W., Miller W., Myers E. Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.* 1990;215(3): 403-410.

УДК 632.937

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-91-96>

Оригинальное исследование/Original research

Шелихова Е.В.,
Масленникова В.С.,
Цветкова В.П.,
Калмыкова Г.В.,
Дубовский И.М.

¹ Новосибирский государственный аграрный университет, ул. Добролюбова, 160, г. Новосибирск, 630039, Российская Федерация,
E-mail: vera.cvetkova.23.05@mail.ru

² СФНЦ РАН, ул. Центральная, Президиум, р. п. Краснообск, Новосибирский район, Новосибирская область, 633501, Российская Федерация
E-mail: shelikhova.ev@yandex.ru

Ключевые слова: картофель, ризоктониоз, фитосанитарное состояние, фунгицидная и ростостимулирующая активность, биологическая защита

Для цитирования: Шелихова Е.В., Масленникова В.С., Цветкова В.П., Калмыкова Г.В., Дубовский И.М. Улучшение фитосанитарного состояния и продуктивности картофеля под действием перспективных штаммов бактерий рода *Bacillus*. Аграрная наука. 2021; 348 (4): 91–96.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-91-96>**Конфликт интересов отсутствует**

Evgeniya V. Shelikhova,
Vladislava S. Maslennikova,
Vera P. Tsvetkova,
Galina V. Kalmykova,
Ivan. M. Dubrovsky

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University", Novosibirsk, Russia
E-mail: vera.cvetkova.23.05@mail.ru

² Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia
E-mail: shelikhova.ev@yandex.ru

Key words: potato, rhizoctonia, phytosanitary condition, fungicidal and growth-stimulating activity, biological protection

For citation: Shelikhova E.V., Maslennikova V.S., Tsvetkova V.P., Kalmykova G.V., Dubrovsky I.M. Improvement of the phytosanitary condition and productivity of potatoes under the influence of promising strains of bacteria of the genus *Bacillus*. Agrarian Science. 2021; 348 (4): 91–96. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-91-96>**There is no conflict of interests**

Улучшение фитосанитарного состояния и продуктивности картофеля под действием перспективных штаммов бактерий рода *Bacillus*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Для защиты картофеля от болезней в настоящее время применяют химические пестициды. Их главным преимуществом является эффективность, массовость и быстрота. Главным недостатком — опасное для жизни человека и теплокровных животных токсичное воздействие, а также гибель полезных насекомых (пчел, шмелей), опыляющих растения. К тому же у большинства вредоносных бактерий и грибов вырабатывается устойчивость к воздействию химикатов, что заставляет производителей создавать новые, все более токсичные препараты. Для решения этой задачи первоочередное значение имеет совершенствование технологии возделывания картофеля в сторону ее биологизации, то есть поиска биологических агентов, создание и применение на их основе биопрепаратов для защиты картофеля и получения экологически безопасной продукции.

Методы. Целью исследования являлась оценка ростостимулирующего и антифунгального действия бактерий рода *Bacillus* на картофеле сорта Тулеевский. Полевые опыты проводились период 2019–2020 гг. в Новосибирской области, г. Новосибирск, УПХ «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ. Для улучшения морфометрических показателей и снижения распространенности ризоктониоза клубни картофеля обрабатывали штаммами бактерий рода *Bacillus*: *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni*; *B. thuringiensis* ssp. *dacota*; *B. subtilis*; *B. licheniformis*. В качестве эталона применяли Фитоспорин-М, П (*B. subtilis* штамм 26 Д).

Результаты. Лучшие результаты (в среднем за 2 года) получены в варианте с применением штамма *B. subtilis*, который обеспечил увеличение биомассы растений в 1,7 (2019 г.) и в 1,2 (2020 г.) раза и количество столонов на 43% по сравнению с контрольным вариантом. Применение штамма *B. thuringiensis* ssp. *dacota* в 2019 году обеспечило увеличение длины наземной части на 10%, в 1,2 раза — количество стеблей и в 1,6 раза — столонов. Распространенность возбудителя черной парши во все сроки учета снижалась в 1,7–3,7 раза относительно контроля в варианте *B. subtilis*, а на 10-й неделе учета — в 3,5 (2019) и 2,6 (2020) раза относительно эталона. Применение бактериальных штаммов позволило получить более качественный и высокий урожай по сравнению с контрольным вариантом и эталоном. При использовании штаммов *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* и *B. thuringiensis* ssp. *dacota* в 2019 году урожайность увеличилась в 1,4 и 1,5 раза, соответственно, а в 2020 году штаммов *B. subtilis* и *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* — в 1,2 и 1,3 раза, соответственно.

Improvement of the phytosanitary condition and productivity of potatoes under the influence of promising strains of bacteria of the genus *Bacillus*

ABSTRACT

Relevance. Chemical pesticides are currently used to protect potatoes from diseases. Their main advantage is efficiency, mass scale and speed. The main disadvantage is the dangerous to human life and warm-blooded animals toxic effect, as well as the death of beneficial insects (bees, bumblebees) pollinating plants. In addition, most harmful bacteria and fungi develop resistance to chemicals, forcing manufacturers to create new, increasingly toxic drugs. To solve this problem, it is of paramount importance to improve the technology of potato cultivation in the direction of its biologization, that is, the search for biological agents, the creation and use of biological agents on their basis for protecting potatoes and obtaining environmentally friendly products.

Methods. The aim of the study was to evaluate the growth-stimulating and antifungal action of bacteria of the genus *Bacillus* on potatoes of the Tulevsky variety. The results of field experiments are presented for the period 2019–2020. The experiments were conducted in the Novosibirsk region, g. Novosibirsk, UPH "Garden of Michurintsev" of the Novosibirsk State Agrarian University. To improve morphometric parameters and reduce the prevalence of rhizoctonia, potato tubers were treated with strains of the bacterium of the genus *Bacillus*: *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni*; *B. thuringiensis* ssp. *dacota*; *B. subtilis*; *B. licheniformis*. Phytosporin-M, P (*B. subtilis* strain 26 D) was used as a reference.

Results. The best results (on average for 2 years) were seen in the variant using the *B. subtilis* strain, which provided an increase in plant biomass by 1.7 (2019) and 1.2 (2020) times and the number of stolons by 43% compared to the control variant. The use of the strain *B. thuringiensis* ssp. *dacota* in 2019 provided an increase in the length of the ground part by 10%, by 1.2 times the number of stems and by 1.6 times — stolons. The prevalence of the causative agent of the black scab in all periods of accounting decreased by 1.7–3.7 times compared to the control in variant *B. subtilis*, and on the 10th week of accounting — in 3.5 (2019) — 2.6 (2020) times relative to the standard. The use of bacterial strains allowed us to achieve a higher quality and higher yield compared to the control version and the standard. When using strains of *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* and *B. thuringiensis* ssp. *dacota* in 2019, the yield increased by 1.4 and 1.5 times, respectively, and in 2020, with the strains of *B. subtilis* and *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* — by 1.2 and 1.3 times respectively.

Поступила: 11 мая
После доработки: 13 мая
Принята к публикации: 13 мая

Received: 11 May
Revised: 13 May
Accepted: 13 May

Введение

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является распространенной сельскохозяйственной культурой в России, в том числе и в Сибири. Благодаря богатым биохимическим свойствам картофель важен для питания населения, как корм для животных, для семенных и технических целей. В условиях Сибирского региона картофель в значительной степени поражается комплексом болезней, из которых наиболее значимой является ризоктониоз (*Rhizoctonia solani* Kuhn). Зараженность семенных клубней склероциальной формой в отдельных случаях достигает более 80% [1].

Современные методы ведения сельского хозяйства в значительной степени зависят от химических веществ, которые при всех равных условиях оказывают вредное воздействие на окружающую среду, на питательную ценность сельскохозяйственных продуктов, здоровье сельскохозяйственных рабочих и потребителей. Негативное воздействие химических удобрений, пестицидов, гербицидов можно уменьшить с помощью микробных препаратов, которые играют важную роль в достижении экологически устойчивого сельского хозяйства. Применение данных препаратов также оказывает влияние на плодородие почвы, увеличивая пестицидную нагрузку на агробиоценозы [2–4].

Благодаря природному антагонизму в отношении фитопатогенных грибов, в том числе и к *R. solani*, бактерии рода *Bacillus* являются распространенными агентами биологического контроля. Эти грамположительные ризосферные бактерии колонизируют корни растений, улучшая их рост, повышают урожайность и расширяют доступ микроэлементов к корням растения-хозяина [5–7]. Штаммы бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* обладают не только высокой степенью фунгицидной активности, но и стимулируют рост растений [8–10].

Энтомопатогенные бактерии *Bacillus thuringiensis* составляют основу 90% всех коммерческих биоинсектицидов, применяемых в мире, контролируют численность некоторых видов насекомых-вредителей, в т.ч. и вредителей картофеля: картофельную моль, колорадского жука и др. [11, 12]. Кроме инсектицидного действия выявлены фунгицидная и ростостимулирующая активность штаммов *B. thuringiensis* на ряде сельскохозяйственных культур [13, 14].

Разработка препаратов на основе бактериальных штаммов обычно включает несколько этапов, при этом скрининг штаммов в полевой среде предшествует скринингу в контролируемых лабораторных условиях [15]. Ранее в результате определения фунгицидной активности *in vitro* установлено, что некоторые испытанные штаммы *Bacillus* проявили высокую степень антагонизма по отношению к фитопатогенным грибам *A. alternata* и *F. oxysporum* [16]. Данные исследования послужили основой для полевых испытаний штаммов.

Цель исследования — оценка ростостимулирующего действия штаммов рода *Bacillus* и их фунгицидной активности в отношении *Rhizoctonia solani* Kuhn в полевых условиях на картофеле.

Условия, материалы и методы

Полевые опыты проводились в Новосибирской области, г. Новосибирск, УПХ «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ в 2019–2020 годах по методике Б.А. Доспехова [17]. Объекты исследования: среднеранний картофель сорта Тулеевский (оригинатор — ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии), ризоктониоз картофеля (*Rhizoctonia solani* Kuhn), штаммы р. *Bacillus*:

B. thuringiensis ssp. *morrisoni* (Btm); *B. thuringiensis* ssp. *dacota* (Btd); *B. subtilis* (Bs); *B. licheniformis* (Bl). В качестве эталона применяли Фитоспорин-М, П (*B. subtilis* штамм 26 Д).

Почва опытного участка — серая лесная тяжелосуглинистая на бескарбонатном тяжелом суглинке. Обеспеченность гумусом пахотного слоя — 4,5%, реакция среды по pH около 6,3, обеспеченность нитратным азотом достаточно низкая (менее 10 мг/кг), фосфором — повышенная (до 13 мг/100 г), калием — средняя (около 6 мг/100 г).

Предшественник — пар. Густота посадки 40,8 тыс./га, схема посадки — 0,7×0,35 м. Площадь учетной делянки — 60 м², повторность — трехкратная.

Важными условиями, определяющими развитие ризоктониоза на картофеле, являются температура и влажность почвы и воздуха, поэтому необходимо при его изучении учитывать погодные условия. В июле 2019 года выпало 98 мм осадков, что составило 161,0% от среднемесячной суммы осадков, а температура составила 19,2 °С, что способствовало развитию склероциальной формы ризоктониоза и распространению болезни на стеблях. В июне 2020 года стояла устойчивая воздушная засуха (осадков выпало всего 66% от нормы), что не способствовало проявлению ризоктониоза на стеблях картофеля, но он проявлялся в виде сетчатого некроза на клубнях.

В полевых испытаниях была проведена оценка штаммов на пораженность картофеля возбудителем черной парши (ризокониозом) и их влияние на морфометрические показатели и урожайность. Клубни перед посадкой были обработаны согласно схеме опыта: контроль (обработка водой); Фитоспорин-М (0,5 г на 1000 мл воды); Bs (титр 2,0·10⁶ спор/мл); Bl (титр 5,1·10⁶ спор/мл); Btm (титр 2,7·10⁶ спор/мл); Btd (титр 5,6·10⁶ спор/мл).

Учет пораженности ризоктониозом ростков и стеблей проводили через 4, 6 и 10 недель после посадки. Распространенность заболевания рассчитывали по формуле [18]:

$$P = (П \cdot 100) / N,$$

где *П* — количество пораженных растений, *N* — общее количество учетных растений. Оценка пораженности стеблей проводили по пятибалльной шкале Франка [19]: 0 — поражение отсутствует; 1 — штрихи и язвы на ростке (стебле) длиной до 25 мм; 2 — язвы на ростке (стебле) длиной до 50 мм; 3 — язвы на ростке (стебле) длиной более 50 мм, но не окольцовывают росток (стебель) полностью; 4 — обширные язвы, окольцовывающие росток (стебель); 5 — росток (стебель) сгнил или надломился.

Степень поражения ризоктониозом клубней нового урожая определяли по соотношению массовой доли здоровых клубней и пораженных различными формами заболевания. Более точная оценка состояния клубней рассчитывали по склероциальному индексу (*S.i.*) [20]:

$$S.i. = \frac{1 \times h + 3,5 \times m + 5 \times k + 6 \times l}{c + h + m + k + l},$$

где *c* — масса здоровых клубней, г; *h* — масса клубней, пораженных сетчатым некрозом и углубленной пятнистостью, г; *m* — масса клубней с единичными склероциями и склероциями на 1/10 поверхности, г; *k* — масса клубней со склероциями, занимающими 1/4 поверхности, г; *l* — масса клубней со склероциями, занимающими 1/2 поверхности, г.

Учет биологической урожайности осуществляли путем взвешивания клубней, собранных с делянки, с последующим пересчетом на 1 га.

Агротехника включала зяблевую вспашку в конце сентября — начале октября, весной — вспашку, культивацию (15–20 см). Посадка производилась вручную 25 мая (2019) и 14 мая (2020). Уход за посадками включал: внесение удобрений «Кемира картофельное» (30–40 г/м² почвы), прополку, окучивание. Уборка — вручную.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [21].

Результаты и обсуждения

Оценка влияния обработки клубней картофеля перед посадкой бактериальными штаммами на морфометрические показатели растения представлена в таблице 1. Лучшие результаты за 2 года получены в варианте с применением штамма *Bs*, который обеспечил увеличение биомассы растений в 1,7 (2019) и в 1,2 (2020) раза и количества столонов на 43% по сравнению с контрольным вариантом. Отмечена статистически достоверная разница в варианте с *Bs* на 6-й неделе по длине, количеству стеблей (2019) и общему количеству столонов (2020).

Применение штамма *Btd* было также эффективным: длина надземной части в среднем за все недели учета увеличилась на 10% (2019) и 42% (2020), количество стеблей — в 1,2 раза и столонов — в 1,6 раза. В 2020 году при обработке штаммом *Btm* биомасса растений увеличилась в 1,5 раза, длина стебля — на 11% относительно контрольного варианта (табл. 1).

При использовании микробных штаммов снижалась пораженность стеблей *R. solani Kuhn*. При обработке клубней штаммом *Bs* распространенность возбудителя черной парши во все сроки учета снижалась в 1,7–3,7 раза относительно контроля, а на 10-й неделе учета — в 3,5 (2019) и 2,6 (2020) раза относительно эталона (рис. 1).

Биологическая эффективность (БЭ) при обработке штаммом *Bs* в среднем за все недели учета составила 75,9% (2019) и 72,4% (2020). При применении штамма *Btd* индекс развития снизился в 5,3 раза, БЭ составила 81,7% (2019). Индекс развития черной парши в варианте со штаммом *Btm* уменьшился в 4,1 раза, БЭ составила 63,4% (2020) (табл. 2).

Применение изучаемых штаммов оказывало ростостимулирующее и оздоравливающее действие на растения картофеля, что позволило получить более качественный и высокий урожай по сравнению с кон-

Таблица 1. Влияние бактериальных штаммов на морфометрические показатели картофеля

Table 1. Influence of bacterial strains on morphometric parameters of potatoes

Вариант опыта	Неделя учета	Масса 1 растения, г		Длина, см				Количество, шт.			
				стеблей		корней		стеблей		столонов	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Контроль	4	96,0	104,7	12,1	13,7	12,0	16,3	4,0	4,0	17,7	18,7
	6	184,0	259,7	32,7	34,0	12,7	16,3	4,0	4,3	19,3	19,7
	10	475,7	510,3	47,7	49,7	19,7	12,3	4,0	4,3	27,7	23,3
Фитоспорин-М	4	124,0	114,3	17,5	13,7	10,3	15,3	4,3	3,3	25,3	16,3
	6	234,7	504,7*	34,3	40,7*	28,3*	15,0	4,7	3,3	26,3	17,0
	10	823,7*	632,7	53,0	49,7	29,0*	19,7*	5,0	3,3	40,7*	24,3
<i>Bs</i>	4	112,0	125,0	13,0	11,7	11,4	13,3	6,3	3,7	22,7	26,7
	6	258,3	402,0	32,3	40,7*	16,7	13,3	6,7*	3,7	22,7	29,3*
	10	789,0*	753,0*	49,0	58,0*	27,0*	21,3*	6,8*	3,0	42,0*	29,7
<i>Bl</i>	4	124,7	127,0	13,9	15,7	10,8	13,0	4,0	4,3	16,0	20,0
	6	180,3	445,7*	35,0	43,7*	20,7*	13,3	4,0	4,3	28,0	28,3
	10	681,7*	665,3	50,0	52,3	28,0*	16,0	5,0	5,0	30,3	28,3
<i>Btm</i>	4	74,0	120,7	14,0	12,7	12,9	16,0	3,0	4,0	16,3	16,3
	6	361,7	461,0*	38,0	38,7	18,0	16,0	3,7	4,0	17,3	20,3
	10	516,0	799,3*	51,0	55,3*	22,7	19,3*	4,3	4,0	23,7	20,3
<i>Btd</i>	4	104,0	114,7	17,0	12,7	10,7	12,3	3,7	4,7	20,0	21,0
	6	203,0	578,7*	32,3	42,0*	22,3*	13,3	4,3	4,7	31,0*	29,3*
	10	709,0*	644,7	52,7	57,7*	25,7*	17,3	4,7	4,7	45,0*	29,3
HCP ₀₅ по году		43,2		1,4		1,2		0,5		2,4	
HCP ₀₅ по варианту		74,9		2,5		2,2		0,9		4,2	
HCP ₀₅ по дате учета		53,0		1,8		1,5		0,6		2,9	
HCP ₀₅ среднее		183,7		6,3		5,4		2,2		10,3	

*статистически достоверный результат

трольными вариантами (рис. 2). При использовании штаммов *Btm* и *Btd* в 2019 году урожайность увеличилась в 1,4 и 1,5 раза, соответственно, а в 2020 году штаммов *Bs* и *Btm* — в 1,2 и 1,3 раза (табл. 3).

Распространенность ризоктониоза на клубнях нового урожая в 2019 году, который проявлялся в склероциальной форме, снизилась при применении штаммов *Bs* (в 10,4 раз), *Bl* (в 2,7 раза) и *Btd* (в 1,4 раза). В 2020 году распространенность ризоктониоза в результате засушливой погоды была ниже. Тем не менее, обработка клубней штаммом *Bs* привела к снижению возбудителя ризоктониоза в 3,1 раза, а штаммом *Bl* — в 2,2 раза. В течение двух лет высокая биологическая эффективность (90,6%) была получена при обработке клубней штаммом .

Рис. 1. Распространенность ризоктониоза (2019–2020 гг.)

Fig. 1. Prevalence of rhizoctonia disease (2019–2020)

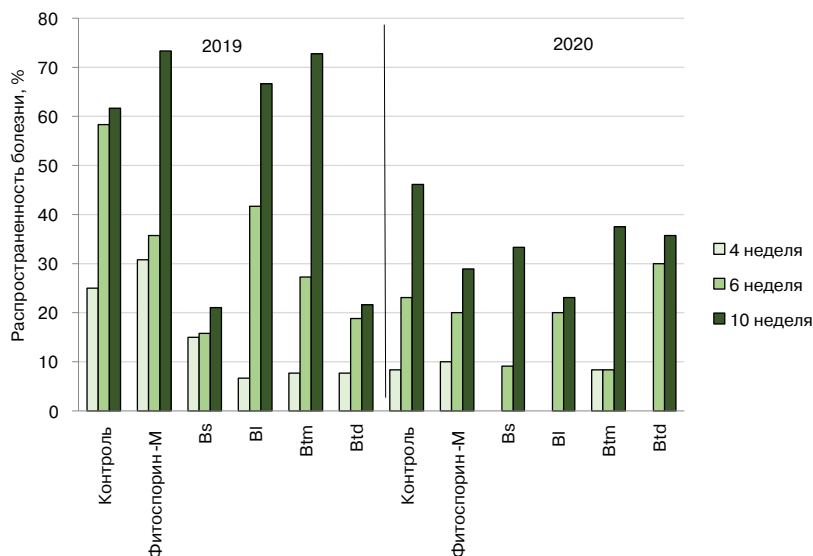


Таблица 2. Антифунгальное действие биоагентов на картофеле

Table 2. Antifungal action of bioagents on potatoes

Вариант опыта	Неделя учета	Биологическая эффективность, %		Индекс развития, %	
		2019	2020	2019	2020
Контроль	4	-	-	10,0	4,6
	6	-	-	18,3	6,7
	10	-	-	21,7	15,4
Среднее				16,6	8,9
Фитоспорин-М	4	38,5	56,5	6,2	2,0
	6	67,0	40,3	7,1	4,0
	10	5,5	56,5	17,3	6,7
Среднее		37	48,4	10,2	32,7
<i>Bs</i>	4	70,0	100,0	3,0	0
	6	80,6	73,1	4,2	1,8
	10	77,0	56,5	4,2	6,7
Среднее		75,8	72,4	3,8	2,8
<i>Bl</i>	4	86,7	100,0	1,3	0,0
	6	46,2	31,3	11,7	4,6
	10	0	56,5	18,3	6,7
Среднее		66,5	78,4	31,3	3,7
<i>Btm</i>	4	84,6	63,0	1,5	1,7
	6	58,0	74,6	9,0	1,7
	10	-	51,3	23,6	7,5
Среднее		71,3	63,4	11,4	3,4
<i>Btd</i>	4	85,0	100,0	1,5	0
	6	80,3	-	3,6	8,6
	10	80,2	9,1	4,3	14,0
Среднее		81,7	55,0	3,2	7,5

Рис. 2. Внешний вид картофеля по периодам учета (2019–2020 гг.): А — через 4 недели; Б — через 6 недель; В — через 10 недель

Fig. 2. Appearance of potatoes by accounting periods (2019–2020): А — after 4 weeks; Б — after 6 weeks; В — after 10 weeks



Таблица 2. Урожайность и распространенность ризоктониоза на клубнях картофеля нового урожая

Table 2. Productivity and prevalence of rhizoctonia on new crop potato tubers

Вариант	Урожайность, т/га		S. i.		Распространенность ризоктониоза, %		Биологическая эффективность, %	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Контроль	22,8	23,0	2,0	0,4	40,0	4,3	-	-
Фитоспорин-М	24,7	24,0	1,1*	0,3	23,5	3,7	41,3	13,9
Bs	22,9	26,4	0,6*	0,1*	3,8	0,4	90,5	90,7
Bl	27,0	26,6	1,0*	0,2*	14,6	2,0	63,5	53,5
Btm	32,1*	29,8*	0,7*	0,3	33,3	5,6	16,8	-
Btd	33,8*	24,9	0,7*	0,3	24,3	2,6	39,3	39,5
НСР ₀₅ по году	1,3		0,2					
НСР ₀₅ по варианту	3,3		0,4					
НСР ₀₅ среднее	4,8		0,6					

*статистически достоверный результат

Выводы

Применение новых штаммов бактерий р. *Bacillus* привело к улучшению морфометрических показателей в период вегетации. Лучший результат получен при обработке клубней *B. thuringiensis* spp. *dacota* (2019), *B. thuringiensis* spp. *morrisoni* (2020), *B. subtilis* (2019–2020). Использование штамма *B. subtilis* обеспечило увеличение биомассы растений в 1,7–1,2 раза, а штамма *B. thuringiensis* spp. *morrisoni* — в 1,5 раза по сравнению с контрольным вариантом. Под действием штаммов *B. thuringiensis* spp. *dacota* и *B. thuringiensis* spp. *morrisoni* длина стебля была выше контрольных растений на 10–11%.

Предпосадочная обработка клубней картофеля штаммом *B. subtilis* снизила распространенность возбу-

дителя черной парши во все сроки учета в 1,7–3,7 раза относительно контроля, а на 10-й неделе учета — в 3,5 (2019) и 2,6 (2020) относительно эталона.

Изучаемые штаммы позволили получить более качественный и высокий урожай по сравнению с контрольным вариантом. При применении штаммов *B. thuringiensis* spp. *morrisoni* и *B. thuringiensis* spp. *dacota* в 2019 году урожайность увеличилась в 1,4 и 1,5 раза, соответственно, а в 2020 году штаммов *B. subtilis* и *B. thuringiensis* spp. *morrisoni* — в 1,2 и 1,3 раза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90006.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Пилипова Ю. В., Шалдыева Е. М. Мониторинг вредных организмов как основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем картофеля // Инновации и продовольственная безопасность. – 2019. – № 1. – С. 42–50.
2. Новикова И.И. Полифункциональные биопрепараты для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем в биологическом земледелии // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2019. № 2(99). – С. 183–194.
3. Tsvetkova, V. P., Shternshis M. V., Shatalova E. I., Bakhvalov S.A., Maslennikova V.S., Grishechkina V.S. Polyfunctional Properties of the Entomopathogenic Bacterium in Protecting Potato in Western Siberia // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2016, Vol. – 13(1). – P. 9–15
4. Цветкова В. П., Штерншиш М. В., Бахвалов С. А. Влияние энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis* на колорадского жука и ризоктониоз картофеля в условиях Новосибирской области // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии, Часть I, 2014. — С. 146–147.
5. Alori E. T., Babalola O. O. Microbial inoculants for improving crop quality and human health in Africa // Frontiers in microbiology. – 2018. – V. 9. – P. 2213.
6. Khan N., Bano A. M. D., Babar A. Impacts of plant growth promoters and plant growth regulators on rainfed agriculture // PloS one. – 2020. – V. 15. – P. 32.
7. Феоктистова Н. В., Марданова А.М., Хадиева Г.Ф., Шарипова М.Р. Ризосферные бактерии // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2016. – Т. 158. – № 2.
8. Штерншиш М. В., Беляев А. А., Цветкова В. П., Шпатов Т. В., Леляк А. А., Бахвалов С. А. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений / монография // Новосибирск: изд-во СО РАН. – 2016. – С. 284.
9. Леляк А. А. Штерншиш М. В. Антагонистический потенциал сибирских штаммов *Bacillus* spp. в отношении возбудителей болезней животных и растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2014. – № 1 (26). – С. 42–51.
10. Singh R. P., Jha P. N. A halotolerant bacterium *Bacillus licheniformis* HSW-16 augments induced systemic tolerance to salt stress in wheat plant (*Triticum aestivum*) // Frontiers in plant

science. – 2016. – V. 7. – P. 1890.

11. Шпатов Т. В., Штерншиш М.В., Асатурова А.М., А.И. Хомяк Штаммы *Bacillus thuringiensis* с энтомопатогенными и антифунгальными свойствами // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем, выпуск 10, 2018. – С. 310.
12. Калмыкова Г. В., Горобей И. М., Осипова Г. М. Перспективы использования *Bacillus thuringiensis* как биологического агента защиты растений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 12–19.
13. Каменек Л. К., Сатарова Т. А., Каменек Д. В., Терпиловский М. А. Антифунгальное действие -эндотоксина *Bacillus thuringiensis* в отношении возбудителя фитофтороза картофеля в полевых условиях и при хранении // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 1. – С. 112–117.
14. Бахвалов С. А. Цветкова В. П., Шпатов Т. В., Штерншиш М. В., Гришечкина С. Д. Экологические взаимоотношения в системе: энтомопатогенная бактерия *Bacillus thuringiensis*-фитопатогенный гриб *Rhizoctonia solani*-растение-хозяин *Solanum tuberosum* // Сибирский экологический журнал. – 2015. – Т. 22. – № 4. – С. 643–650.
15. Backer R. et al. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture // Frontiers in plant science. – 2018. – V. 9. – P. 1473.
16. Горобей И.М., Калмыкова Г.В., Давыдова Н.В., Андреева И.В. Штаммы *Bacillus thuringiensis* с ростостимулирующей и фунгицидной активностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. – Т. 48. – № 6. – С. 5–12. DOI:10.26898/0370-8799-2018-6-1
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб // М.: Книга по требованию. – 2012. – С. 350.
18. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: «КолосС», 2012. 127 с.
19. Frank J. A. et al. Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the *Rhizoctonia* disease of potato // Phytopathology. – 1980. – V. 70. – № 5. – P. 1–53.
20. Шалдыева Е. М., Пилипова Ю. В. Ризоктониоз картофеля: склероциальный индекс // Защита и карантин растений. – 1999. – Т. 5. – С. 16–17.
21. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск: РПО СО РАН, 2012. 282 с.

ОБ АВТОРАХ:

Шелихова Е.В., аспирант, младший научный сотрудник
Масленикова В.С., аспирант, младший научный сотрудник
Калмыкова Г.В., ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук
Цветкова В.П., доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
Дубовский И.М., профессор, доктор биологических наук

ABOUT THE AUTHORS:

E.V. Shelikhova, graduate student, junior researcher
V.S. Maslennikova, a graduate student, junior researcher
G.V. Kalmykova, leading researcher, candidate of biological sciences
V.P. Tsvetkova, Associate Professor, candidate of agricultural sciences
I.M. Dubovsky, professor, doctor of biological sciences

«ДВА В ОДНОМ» ОТ AMAZONE: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ С XTENDER

В последние годы в России получила широкое распространение технология минимальной обработки почвы (mini-till), которая позволяет сохранять плодородие и почвенную влагу, значительно снижать затраты. Однако при внедрении данной технологии формирование максимального урожая возможно только при комплексном внесении минеральных удобрений. И для этого требуются высокоэффективные комбинированные почвообрабатывающие агрегаты с возможностью внутрипочвенного внесения всех необходимых для развития растений питательных веществ.

Именно такая машина была создана конструкторами немецкой компании AMAZONEN-Werke. Это комбинированный комплекс (рис. 1а), состоящий из агрегата XTender с напорным бункером объемом 4200 л (рис. 1б) и культиватора Cenius, оснащенного специальными рабочими органами для внутрипочвенного ярусного внесения удобрений (рис. 3в). Навесной бункер XTender дает возможность в комбинации с почвообрабатывающей машиной вносить удобрения и посевной материал. Система дозирования XTender включает два дозирующих устройства с сервоприводом для различной нормы внесения — от 2 до 400 кг/га. На выбор предлагаются различные дозирующие катушки в зависимости от вида посевного материала и свойств удобрений. В качестве опции AMAZONE предлагает также известный из обла-

сти посевной техники терминал TwinTerminal 3.0. Для управления машиной используется либо ISOBUS-терминал Amazone, либо ISOBUS-терминал трактора, что позволяет осуществлять высокоточное дифференцированное внесение удобрений по картам плодородия.

Особенности обновленного культиватора Cenius

Мульчирующий трехрядный культиватор Cenius (рис. 2) с широкой комплектацией рабочих органов и рабочих стоек достаточно популярен в России и успешно применяется во многих регионах при поверхностной обработке почвы и глубоком рыхлении.

В новых культиваторах стрельчатая лапа C-Mix 320 мм применяется при работе на глубине 3–10 см — на сегодняшний день это идеальный вариант для поверхностной обработки стерни. В основные задачи стрельчатой лапы входят срезание стерни по всей поверхности и нарушение капиллярности, смешивание растительных остатков на поверхности почвы. Долото с боковыми ножами C-Mix 350 мм позволяет эффективнее всего работать на глубине 6–12 см, его главная цель сходна с задачами стрельчатой лапы: сплошное подрезание и интенсивное перемешивание пожнивных остатков. Данный рабочий орган состоит из сочетания долот 80 или 100 мм с направляющими пластинами и съемных боковых ножей.

Рис. 1. а — комбинированный агрегат AMAZONE для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений; б — навесной бункер для удобрений объемом 4,2 м³; в — комбинированный рабочий орган культиватора Cenius для обработки почвы и внутрипочвенного внесения удобрений



Рис. 2. Мульчирующий прицепной культиватор Cenius 6003-2TX Super с рабочими органами:
а — стрелчатая лапа C-mix 320; б — C-mix 350; в — C-mix 100; г — C-mix 80

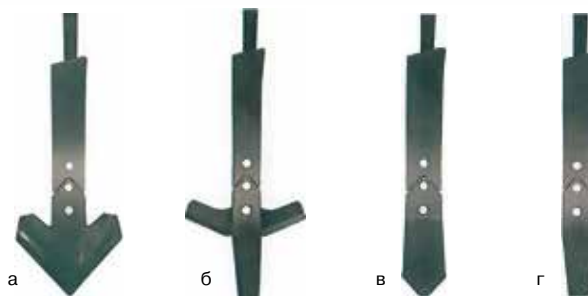


Рис. 3. Комбинированный агрегат в прицепном варианте X-TenderT с дисковой бороной-дискатором Catros



C-Mix 100 мм с направляющей пластиной 100 мм отлично работает в глубинном диапазоне 10–20 см и является универсальным рабочим органом, поэтому рекомендуется для применения на любых видах и типах почв.

C-Mix 80 мм с направляющей пластиной 80 мм — самый «глубоко работающий» рабочий орган, позволяющий обрабатывать почву на 12–30 см. Он рекомендован для основной обработки почвы, глубокого рыхления и смешивания соломы, а в комбинации с боковыми ножами он может применяться для обработки стерни.

Именно этим рабочим органом разработчик рекомендует проводить глубокое щелевание. Для этого необходимо демонтировать два центральных ряда рабочих стоек и увеличить расстояние между стойками до 56 см. Таким образом возможно достичь глубины обработки до 40 см. Таким образом, Cenius TX может осуществлять на разных этапах поверхностную, среднюю и глубинную обработки. При поверхностной обработке стерни в первый проход можно использовать рабочие органы C-Mix 350 мм (до 12 см) или C-Mix 320 мм (до 10 см). Они обеспечивают сплошное подрезание, хорошее перемешивание растительных остатков с почвой на небольшой глубине (до 12 см) и быструю провокацию падалицы предшественника. Вторую обработку можно проводить C-Mix 100 на глубину от 10 до 20 см. При этом не только происходит отличное перемешивание растительных остатков с почвой (при наличии большого количества соломы в поле), но и проводится борьба с проросшей падалицей предшественника.

Комбинации X-TenderT с дискаторами Catros и Certos

Российскими аграриями также широко используются почвообрабатывающие машины с дисковыми рабочими органами, после прохода которых создается требуемый

по агротехнологии мульчирующий слой. Производимые на российском заводе компании AMAZONEN-Werke — АО «Евротехника» (г. Самара) дисковые бороны Catros и Certos комплектуются специальным оборудованием для щадящей обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений. В данном случае дискаторы агрегируются с прицепным вариантом X-TenderT (рис. 3).

Сегодня можно смело утверждать, что российские аграрии, работающие по технологии mini-till и стремящиеся к повышению рентабельности производства, могут успешно применять более эффективный по сравнению с разбросным поверхностным внесением твердых минеральных удобрений метод внутривспашечного внесения. И с этой задачей, как показывает практика, уверенно справляются современные комбинированные агрегаты российского производства АО «Евротехника».

*В.А. Милюткин, доктор т.н., профессор
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Заслуженный
деятель науки России, Почетный работник
АПК России*

РОССИЙСКОМУ АГРОПРОМЫШЛЕННОМУ КОМПЛЕКСУ НЕОБХОДИМЫ КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Перспективы инновационного развития российского сельского хозяйства, в частности растениеводческой отрасли, на основе применения роботизированных и цифровых систем, их влияние на урожайность обсудили участники пресс-конференции, прошедшей на онлайн-площадке ТАСС (г. Санкт-Петербург).



Важность получения новых знаний в сфере искусственного интеллекта, информационных и коммуникационных технологий, рационального использования генетических, водных и почвенных сельхозресурсов отметил в ходе мероприятия директор Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра РАН, профессор Андрей Ронжин. «В настоящее время в СПб ФИЦ РАН, созданном в 2020 году в результате кооперации СПИИРАН и сельскохозяйственных институтов, ведется активная научно-исследовательская работа по развитию различного рода технологий, посредством которых можно будет вывести на значительно более высокий уровень качество и объемы сельхозпродукции», — пояснил он. Одним из ключевых направлений деятельности СПб ФИЦ РАН является внедрение в отечественное сельскохозяйственное производство робототехнических комплексов, в том числе беспилотных летательных аппаратов. «Сейчас в центре разрабатывается наземная робототехническая платформа, которая служит средством транспортировки беспилотных летающих аппаратов, подзарядки аккумуляторов, а также обмена физическими ресурсами (например, минеральными удобрениями и гербицидами)», — рассказал ученый.

Представители научного сообщества отметили необходимость междисциплинарных исследований и разработок в сфере роботизации и цифровизации в аграрном секторе.

«Сегодня наши ученые делают все возможное для возникновения реальной синергии от объединения наших институтов в Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН, чтобы стать еще более востребованными в народном хозяйстве, в частности в агропромышленном комплексе», — отметил врио директора ФГБУН СПб ФИЦ ИАЭРСТ РАН Владимир Суровцев. Он заострил внимание на большом количестве пустующих на северо-западе России сельскохозяйственных угодий, необработанных земель, нередко зарастающих борщевиком. «Заброшенные земли — край-

не серьезная проблема. Еще вчера там было невыгодно заниматься сельхозпроизводством. Но теперь ситуация меняется. Мы — экономисты — своими расчетами показали, что в результате применения качественного, грамотного управленческого подхода, в который включены все возможности цифровых технологий по повышению эффективности и качества производства, вполне возможно достичь необходимого уровня конкурентоспособности», — заключил Владимир Суровцев.

Влияние управленческой деятельности на эффективность производства в аграрной сфере также отметил главный научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании СПб ФИЦ РАН, профессор Вячеслав Зеленцов. По его мнению, значительная часть проблем агропромышленного комплекса возникает из-за несогласованности, разрозненности действий специалистов, занимающихся организацией производственной деятельности на предприятиях АПК. «Профессиональные айтишники смогут все эти моменты (требующие согласования) интегрировать на единых цифровых платформах, с простыми и удобными пользовательскими интерфейсами. Основная задача состоит в том, чтобы научиться интегрировать результаты, грамотно их интерпретировать и предоставлять профильным специалистам для принятия решений», — сказал профессор. Он также отметил востребованность технологий дистанционного зондирования Земли в сельскохозяйственном производстве и необходимость активной работы со спутниковыми данными. «На текущий момент около шестисот космических аппаратов дистанционного зондирования Земли находятся на орбитах. Их информацию можно и нужно использовать. В отличие от данных, получаемых с помощью дронов, информация спутников позволяет проводить анализ в нескольких (от единиц до сотен) спектральных каналах. Это может дать исчерпывающую информацию как о состоянии растений и почвы, так и для прогноза развития ситуации», — подытожил ученый.

УДК 631.6(571.54. /55)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-100-103>

Оригинальное исследование/Original research

**Хашиев А.Б.,
Бабаков В.П.**

Агентство Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта, г. Москва, 123112, Пресненская наб., 12, Башня «Федерация Восток»

Ключевые слова: залежные земли, резко континентальный климат, подтопление, осушение, орошение, интенсивные технологии, инвестиции

Для цитирования: Хашиев А.Б., Бабаков В.П. Комплексный подход в сельскохозяйственном освоении земель Забайкальского края. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 100–103.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-100-103>

Конфликт интересов отсутствует

**Alichan B. Hashiev,
Vladimir P. Babakov**

Agency of the Far East for Investment Attraction and Export Support, Moscow, 123112, Presnenskaya nab., 12

Key words: fallow lands, sharply continental climate, flooding, drainage, irrigation, intensive technologies, investment

For citation: Hashiev A.B., Babakov V.P. Integrated approach in the agricultural development of the Zabaykalsky Region. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 100–103. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-100-103>

There is no conflict of interests

Комплексный подход в сельскохозяйственном освоении земель Забайкальского края

РЕЗЮМЕ

Актуальность. По материалам кадастрового учета неиспользуемых земель Забайкальского края на площади 1 010 033 гектара была проведена их экспертная оценка на предмет мелиоративного состояния, хозяйственной пригодности и характера землепользования.

Методы. В работе были использованы спутниковые геокарты, а также фото- и видеоотчеты полевых участков, полученные с помощью квадрокоптеров.

Результаты. Осушительная мелиорация требуется на площади более 77,0 тыс. гектаров. На площади более 900,0 тыс. гектаров необходимо провести комплекс работ по поверхностному и агротехническому улучшению земель. Комплексная мелиорация включает защиту пойм и населенных пунктов от подтопления, осушение избыточно увлажненных территорий, орошение посевов и кормовых угодий, создание противозерозионных позахватных лесных насаждений.

Integrated approach in the agricultural development of the Zabaykalsky Region

ABSTRACT

Relevance. Based on the materials of cadastral registration of unused land in the Zabaykalsky Region on an area of 1,010,033 hectares, their expert assessment was carried out for the meliorative state, economic suitability and land use conditions.

Methods. Satellite geocards, as well as photo and video reports of field sites obtained with the help of quadcopters were used in the work.

Results. Drainage reclamation is required on an area of more than 77.0 thousand hectares. On an area of more than 900,0 thousand hectares it is necessary to carry out a complex of works on surface and agrotechnical land improvement. Complex land reclamation includes protection of floodplains and settlements from flooding, drainage of excessively wet areas, irrigation of crops, creation of antierosion protective forest stands.

Поступила: 7 марта
После доработки: 31 марта
Принята к публикации: 15 апреля

Received: 7 March
Revised: 31 March
Accepted: 15 April

Введение

Забайкальский край входит в состав Дальневосточного региона и является территорией богатейших горнорудных ресурсов, природных лесных и сельскохозяйственных угодий.

В сельском хозяйстве края занята значительная часть населения, около 10%. Основной отраслью является животноводство, которое включает пастбищное овцеводство, мясо-молочное скотоводство и табунное коневодство. Наличие обширных природных мелко- и разнотравных пастбищ позволяет вести выгульное содержание животных с производством мяса высокого качества, востребованного в регионе. Сегодня животноводство является главной инвестиционно привлекательной частью аграрного сектора, у которой есть условия для выхода на внешние рынки (КНР, Монголия). Растениеводство специализируется на производстве зерна и кормов, а в последнее десятилетие ориентировано на возделывание рапса [1, 2].

Сельскохозяйственное производство здесь проходит в достаточно сложных природных условиях. Территория Забайкалья находится в зоне рискованного земледелия, что обусловлено резко континентальным климатом Восточной Сибири и особенностью горно-таежных, лесостепных и сухих степных территорий края. Основные площади культур размещаются в пойменных землях южных, центральных и юго-восточных административных районов.

Критическими факторами, ограничивающими продуктивность культур, является тепло и влага [3, 4]. Сумма эффективных температур выше 10 °С составляет 1800–2100 °С с продолжительностью вегетационного периода 110–130 дней. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое к началу полевых работ составляют 20–30 мм, чего едва хватает для весенней вегетации зерновых. В период посева устанавливается сухая с ветром погода, вызывающая пыльные бури и ветровую эрозию. Осадки выпадают во второй половине лета и осенью: их количество в степной зоне составляет 200–300 мм, в горно-таежной — 350–450 мм. В период летних дождей на крупных и малых реках наблюдаются неоднократные паводки, что приводит к подтапливанию (затоплению) пойм и сельскохозяйственных угодий продолжительностью от 5 до 30 дней [5].

Под сельскохозяйственные угодья освоены мерзлотные таежные, лугово-лесные, лугово-черноземные, каштановые, включая солонцы, и пойменные кислые почвы. Значительная часть из них легкого гранулометрического состава. Общей их особенностью является малая и средняя мощность гумусового горизонта, слабая водоудерживающая способность и достаточно низкое содержание основных элементов питания [5].

Площадь земель сельскохозяйственного назначения в Забайкалье составляет 6352,1 тыс. гектаров. Из них под пашней — 484,1, сенокосами — 1722,6, пастбищами — 4481,7, залежью — 951,5, многолетними насаждениями — 357,9 тыс. га. Это огромная территория с проблемными условиями землепользования остро нуждается в мелиоративном устройстве и рациональном использовании водных ресурсов. Из-за неудовлетворительного водного режима почв, продуктивность забайкальского гектара остается достаточно низкой. Так, урожайность зерновых (яровая пшеница, ячмень, овес) в 2017 году, благоприятном по погодным условиям, составляла 12,9 ц/га; рапса — 12,5 ц/га. Мелиоративный ресурс, к сожалению, здесь освоен слабо. Всего имеется 43,3 тыс. га мелиорированных земель, из них

осушаемых — 26,0 тыс. га, орошаемых — 17,3 тыс. га. Причем на площади в 28,5 тыс. га требуется ремонт и реконструкция эксплуатационных систем.

Методика

В рамках поручений Правительства по инвентаризации неиспользуемых (залежных) земель сельскохозяйственного назначения и привлечению инвестиций в сельское хозяйство Дальневосточного федерального округа были обследованы сельскохозяйственные угодья в Забайкальском крае. Работы проводились кадастровыми инженерами и агрономами, в них были использованы различные спутниковые карты, а также приобщены фото- и видеоотчеты съемок полевых участков, включая материалы, полученные с помощью квадрокоптеров. Общее состояние сельхозугодий оценивалось по методике, разработанной для почвенных обследований и составления почвенных карт землепользования [6]. Под пашню, частично под пастбища, отходили суходольные (автоморфные), ровные или слабополгие участки; под сенокосы, как угодья экстенсивного пользования чаще всего отводились переувлажненные (гидроморфные) земли, требующие коренного улучшения. Особое внимание в проделанной работе уделялось мелиорации забайкальских земель.

Результаты

По результатам обследований была определена структура неиспользуемых земель региона (рис. 1). Площадь неиспользуемых или свободных земель составляла 1 010 033 гектара. Основную часть занимают многолетняя залежь и бессистемно используемые под выпас сельскохозяйственные угодья, которые в сумме составляют 634 554 га или 63%. Земельные участки из-за отсутствия хозяйственной деятельности частично заросли кустарником и мелколесьем. Таких земель 120 707 га или 12%. Перечисленные категории суходольных земель занимают площади, подлежащие поверхностному улучшению. Так называемые культурно-технические мероприятия включают работы по срезке кустарника и мелколесья, уборке камней, планировке и выравниванию поверхности. По нашей оценке, первичному окультуриванию подлежит 770 000 гектаров. Этот большой и достаточно затратный объем работ по «ускоренному», но поэтапному освоению залежных площадей требует государственных и частных инвестиций.

Мелиорация благодаря долговременному улучшению режимов почвы способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий и устойчивому ведению хозяйства. Увеличение объемов производства растениеводческой продукции разумно связывать с вложениями денег в ее переработку. Так, перспектива экспорта рапсового масла за рубеж (КНР) будет выглядеть значительно привлекательнее, чем экспорт сырья (маслосемян), за счет логистики, высокой стоимости реализации и хозяйственной прибыли на масло. Более того, это позволит сократить сроки окупаемости средств на мелиорацию и удешевить производство рапса. Наиболее эффективное инвестирование в сельское хозяйство региона возможно в условиях территорий опережающего социально-экономического развития (ТОР), создающихся на Дальнем Востоке и в Забайкалье.

Часть земельных участков (овраги, балки, карьеры и старицы рек) в сумме составляют значительные площади — 129 873 гектаров. Обращает внимание высокая эродированность земель в предгорных лесостепных районах (Нерченский, Краснокаменский, Шилкинский и

Шелопугинский), что является следствием распашки склоновых земель при отсутствии должного контроля за их возделыванием с соблюдением природоохранных мер.

Земли в долинах рек Аргунь (Приаргунский р-н), Хилок (Хилокский и Петровск-Забайкальский р-ны) и Ингоды (Улетовский р-н) ежегодно испытывают разные по степени интенсивности паводки и подтопления в период выпадения дождей. Паводковые воды, распространяемые на площади 30 876 гектаров, представляют риски для проживающего там населения и создают проблемы для сельскохозяйственного производства. Для решения этой социальной задачи необходима государственная поддержка по обустройству здесь защитных гидротехнических сооружений.

Сложный характер рельефа территорий, особенно в межгорных пространствах, способствует образованию сезонно переувлажненных и избыточно увлажненных участков. Фонд неиспользуемых земель, подлежащих гидромелиорации, составляет 77 098 гектаров (7,7%) (рис. 1). Технология осушения в условиях глубокого промерзания почв в целом направлена на организацию поверхностного стока влаги с помощью открытых коллекторов и перехватывающих каналов.

В осушительной мелиорации нуждаются земли указанных ранее подтапливаемых районов, а также Сретенского, Нерчинского, Александрово-Заводского и Борзинского районов Забайкалья.

Трансформация залежных земель в сельскохозяйственные угодья проводилась согласно инструкции [6] и плану по коренному и поверхностному улучшению всех категорий исследуемых земель. Под статус пашни лесной и лесостепной зон подходят земли первых трех категорий, ограниченные по степени заболоченности ($\leq 20\%$) и эродированности ($\leq 20\%$) почвы (рис. 2). Площадь освоения земель под пашню, а это 211 871 га, формировалась из собственно пашни (14 631 га) и равнинных залежных земель (197 240 га). Под сенокосы (430 132 га) планировались земли четвертой и пятой категорий. Они включали земли после осушения, пустующую залежь, а также часть восстанавливаемых эродированных земель предгорных территорий. Пастбищные земли (250 565 га) включают залежные и поросшие кустарником суходольные и припойменные участки, локализованные у водных источников. По мере окультуривания часть кормовых угодий рекомендуется переводить в пашню, тем самым можно расширять площади под кормопроизводство и проводить хозяйственную ротацию угодий.

По гидрологическому режиму пойменные затопляемые земли являются ограниченно пригодными для сельскохозяйственного использования, поэтому относятся к естественным кормовым угодьям.

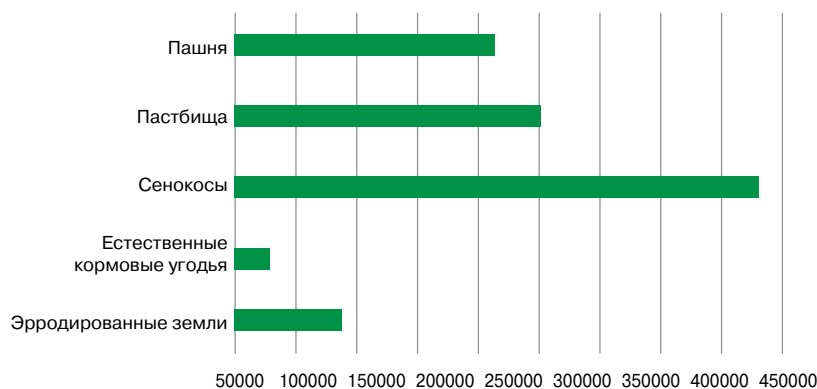
Рис. 1. Структура неиспользуемых сельскохозяйственных земель Забайкальского края, 2020 год

Fig. 1. Structure of unused agricultural land in the Zabaykalsky Region, 2020



Рис. 2. Трансформация земель по категориям, Забайкальский край, 2020 г.

Fig. 2. Land transformation category Zabaykalsky Region, 2020



По нашей оценке, около половины (55%) эродированных земель являются малопригодными и непригодными для сельскохозяйственного использования и подлежат восстановлению (рекультивации) и консервации. К этой категории земель отнесены участки, включающие озера-старичи, карьеры, водоемы. В целом они составляют 86 589 га (рис. 2).

Орошение сельскохозяйственных земель крайне необходимо на юге и юго-востоке региона с засушливым климатом. Это Забайкальский, Краснокаменский, Карымский, Борзинский и Приаргунский районы. На этих землях, достаточно обеспеченных термическими ресурсами вегетационного периода, можно организовать производство кормов, овощей и картофеля на интенсивной основе путем орошения. В настоящее время правительством края решается вопрос о реконструкции Верх-Читинской оросительной системы, обеспечивающей устойчивое производство полевых культур на площади 8000 га. В Забайкалье успешно применяется метод поверхностного полива и дождевания, который не требует больших капитальных вложений, при этом экономическая эффективность достаточно высокая [2].

Комплексная мелиорация включает агролесомелиоративное направление по защите почв от водной и ветровой

эрозии. Лесонасаждения в земледельческих зонах позволяют предотвратить масштабы эрозионного смыва и дефляции почвы. Они, как известно, служат для зимнего снегозадержания в полях, удержания и накопления снеговой и дождевой влаги, что важно для роста и развития растений и снижения последствий засухи. Лесополосы гасят скорость ветра и в значительной мере снижают негативное воздействие пыльных бурь на растения. На защищенных от ветра полях значительно сокращается гибель всходов и изреженность посевов [5]. Организация лесопосадок там, где позволяют условия, добавит стабильность в результаты производственной деятельности хозяйств.

Показателем эффективной работы в растениеводстве являются интенсивные технологии возделывания культур. Многие хозяйства перешли на минимальные и почвозащитные обработки почвы, что вполне обосновано в условиях засушливых зон Забайкалья [7]. Но, на небогатых по плодородию почвах региона необходимо вносить удобрения в количествах, достаточных для достижения биологического потенциала возделываемых сортов. Известно, что удобрения способствуют снижению расхода продуктивной влаги на формирование единицы продукции до 40% [7, 8], а это дополнительный ресурс в повышении урожаев. Статистика показывает, что удобрений вносят явно недостаточно, несмотря на то что, на них выделяют средства из краевого бюджета. По данным Министерства сельского хозяйства Забайкальского края на весну 2020 года закуплено 6630 т удобрений, что составляет 34 кг удобрений на посевной гектар. В пересчете на азотосодержащее количество питательных веществ (N5, 5P5, 5K5, 5), как минимум втрое, меньше оптимальной нормы для производства зер-

новых культур. Безусловно, здесь требуется государственная поддержка в субсидировании затрат на закупку необходимых объемов и ассортимента минеральных удобрений из федерального бюджета.

В целом работа по инвентаризации залежных земель в крае с последующей постановкой на кадастровый учет дает начало активному формированию инвестиционного фонда земель и продвижению сельскохозяйственных проектов в режиме территории опережающего развития «Забайкальское».

Выводы:

- мелиоративный фонд неиспользуемых забайкальских земель составляет более 77,0 тыс. переувлажненных и 30,0 тыс. гектаров подтопленных и затопляемых земель;
- комплексные мероприятия по мелиоративному обустройству обширных сельскохозяйственных земель региона планируются с привлечением инвестиций и включают гидротехническую защиту от паводковых вод, осушительную мелиорацию, орошение и агролесомелиорацию;
- мелиорация и окультуривание осваиваемых земель позволяет расширить площади сельхозугодий, включая пашню на 211,8 тыс. га, тем самым перейти к интенсивному характеру землепользования и полевому кормопроизводству;
- в условиях континентального климата и дефицита почвенной влаги важно обеспечить почвозащитные технологии по возделыванию культур достаточным количеством и ассортиментом удобрений, необходимых для их питания и формирования биологических урожаев.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Таскаева М.П. Проблемы развития сельских территорий в Забайкальском крае. Теоретическая и прикладная экономика. 2019; № 1:49-56 [Taskaeva M. P. Problems of rural development in the Trans-Baikal Territory. Theoretical and Applied Economics. 2019; № 1:49-56]
2. Кизяев Б.М., Кирейчева Л.В. Мелиорация-основа развития кормовой базы животноводства Восточной Сибири и Забайкалья. Достижения науки и техники в АПК. 2007; №10:30-33 [Kizyaev B. M., Kireicheva L. V. Melioration-the basis for the development of the feed base of animal husbandry in Eastern Siberia and Transbaikalia. Achievements of science and technology in agriculture. 2007; No. 10:30-33]
3. Агроклиматические ресурсы Читинской области. Л.: Гидрометеиздат. 1973:162 с. [Agro-climatic resources of the Chita region. L.: Hydrometeizdat. 1973:162 p.]
4. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Рахманова Н.В. Сумма активных температур воздуха (выше 100 С) на территории Забайкальского края. Успехи современного естествознания. 2019; № 11:148-153[Noskova E. V., Vakhnina I. L., Rakhmanova N. V. Sum of active air temperatures (above 100 C) on the territory of the Trans-Baikal Territory. Successes of modern natural science. 2019; № 11:148-153]

5. Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Шашкова Г.Г., Харченко Н.Ю. Приемы совершенствования системы земледелия в современных экономических условиях лесостепной зоны Забайкальского края. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015; №3:12-21[Pilipenko N. G., Andreeva O. T., Shashkova G. G., Kharchenko N. Yu. Methods of improving the system of agriculture in the modern economic conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Baikal Territory. Siberian Bulletin of Agricultural Science, 2015; No. 3:12-21]
6. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных карт землепользования. - М: Колос.1973: 94с. [All-Union instructions for soil surveys and the preparation of large-scale land-use maps. - M: Kolos. 1973: 94 p.]
7. Гамзиков Г.П., Лопухин Т.П., Уланова А.К. Эффективность систем удобрения в полевых севооборотах на каштановых почвах Забайкалья. Агрохимия. 2005; № 9:24-30[Gamzikov G. P., Lopukhin T. P., Ulanova A. K. Efficiency of fertilizer systems in field crop rotations on chestnut soils of Transbaikalia. Agrochemistry. 2005; № 9:24-30]
8. Агрохимия/подред. Минеева В.Г.-М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н.Прянишникова.2017:854с. [Agricultural chemistry/ed. Mineeva V. G.-M.: D. N. Pryanishnikov VNIIA Publishing House, 2017:854 p.]

ЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ ВМЕСТЕ С CLAAS

На корма приходится наибольшая доля затрат в себестоимости производства молока. Эта непреложная истина известна любому. Так, в зависимости от тех или иных внутрихозяйственных факторов порой до 50 копеек в каждом рубле расходов на производство 1 кг молока уходит именно на кормление КРС. И значительная часть этой суммы идет на грубые корма, в первую очередь кукурузный силос. Конечно, вряд ли найдется тот, кто задумается над реализацией в реальном хозяйстве анекдотичного принципа «меньше кормить и больше доить», но то, что от задачи оптимизации себестоимости рациона КРС без ущерба качеству болит голова у всех животноводов — очевидный факт.

По оценке ведущих мировых специалистов в области животноводства молочная продуктивность КРС на 70–75% зависит именно от качества кормления животных. Ее основа — сбалансированная комбинация компонентов полнорационной кормосмеси (TMR), обеспечивающая не только оптимальную конверсию корма, но и здоровье животных. Именно качество кормов влияет на продуктивное долголетие КРС, снижая или, наоборот, повышая затраты на ветеринарные препараты и общие расходы, которые хозяйство несет на содержание ремонтного стада. В связи с этим фермеры во всем мире стремятся переходить на решения, которые обеспечивают качественное и максимально питательное корма.

Именно поэтому предложенная CLAAS технология заготовки кукурузного силоса SHREDLAGE® стала одной из самых востребованных технологий кормозаготовки в мире. По данным CLAAS, к настоящему моменту во многих странах до 70% молочных ферм уже перешло на использование данной технологии. С недавнего времени российские аграрии также активно включились в этот процесс. Об этом говорят цифры статистики, согласно которой более 50% поставленных на российский рынок кормоуборочных комбайнов JAGUAR были оснащены доизмельчителями зерна MCC SHREDLAGE®.

Секрет столь впечатляющего роста востребованности технологии SHREDLAGE® достаточно прост: улучшение структурного качества и одновременное повышение питательных свойств силоса фактически без изменения технологии его заготовки. Для реализации этой мечты любого зоотехника и был разработан доизмельчитель зерна CLAAS MCC SHREDLAGE®. Он за счет комбинации уникального дизайна профилей валцов и конструкции обеспечивает эффективную обработку растительной массы. В нем происходит более тщательное расщепление стеблей и листьев на волокна. Однако более высокое структурное действие достигается без необходимости уменьшать длину резки, как это происходит в случае с традиционными доизмельчителями зерна. Технология SHREDLAGE® предполагает, напротив, более грубое измельчение кукурузы. Так, при 30–34% сухого вещества (СВ) в растительной массе длина резки может составлять от 26 до 30 миллиметров. При более высоком уровне СВ длину резки, разумеется, необходимо будет уменьшить. Впрочем, и в этом случае волокна растительной массы в полученном по технологии SHREDLAGE® силосе будут длиннее, чем у традиционного силоса из кукурузы с аналогичным уровнем СВ.

Технология SHREDLAGE® за счет небольшого зазора между вальцами доизмельчителя зерна (1–1,5 мм), а также высокой разности скоростей их вращения (50%) обеспечивает очень хорошее расщепление зерна, мно-

гократное дробление стержней початков. Кроме того, за счет дополнительного эффекта трения — отделение оболочки стержня стебля от его сердцевинки. Плюс во время этого процесса зерно кукурузы еще и подвергается дроблению.

В результате с силосом, изготовленным по технологии SHREDLAGE®, в рубец коровы в конечном итоге попадает отлично структурированный корм, сохранивший полезную волокнистую структуру, но при этом избавленный от защитных оболочек. Переваривается такое здоровое питание КРС эффективнее. Это подтверждают как исследования ведущих научных организаций по всему миру, так и практика. Так, в ходе изысканий Висконсинского университета один из ключевых индикаторов эффективности конверсии кормов, а именно — процент перевариваемости крахмала CSPS (Corn Silage Processing Score), у SHREDLAGE®-силоса составил в среднем 72%, а максимальные значения порой доходили до 80%. Традиционные же технологии заготовки обеспечивают CSPS не более 68%.

Рекордные показатели европейских и американских фермеров, перешедших на технологию SHREDLAGE® и выходящих в своих хозяйствах на надои до 50 кг молока на дойную корову в день, лишь подтверждают это. Причем отличные результаты уже получены и в России. Так, к примеру, в одном из хозяйств Курской области всего за 12 месяцев после перехода на кормление дойного стада в 520 коров силосом SHREDLAGE® удалось повысить на 26% (с 23 до 29 кг) средний удой в сутки. А кроме этого, увеличив до 10–12 кг СВ объем кукурузного силоса в рационе КРС, предприятие сократило объемы заготовки травяного силоса и использование комбикормов, что снизило себестоимость производства молока на 20%. И все это не в ущерб здоровью животных. Практика показывает, что перешедшим на SHREDLAGE® хозяйствам удается увеличить среднее количество лактаций по дойному стаду на 0,5–1.

Положительный эффект возможен и в части улучшения качества самого молока. Дело здесь не только в уменьшении соматик из-за снижения заболеваемости коров ацидозом и снижении медикаментозной нагрузки, но и в увеличении процента содержания в нем жира. Такие данные были получены в ряде немецких хозяйств в ходе исследований Университета прикладных наук Оснабрюк. Кстати, там обследовались хозяйства не только молочного, но и мясного направления. Здесь также был замечен положительный эффект в виде параллели: ниже заболеваемость ацидозом бычков — меньше ламинитов и некроза хвостов — выше суточные привесы.

При этом независимо от вида хозяйства практики единодушны во мнении о лучшей силосуемости кукурузы, заготавливаемой по технологии SHREDLAGE®. За счет более интенсивной обработки бактериальная ферментация растительной массы происходит равномернее. Главное — при закладке силосной массы по технологии SHREDLAGE® правильно ее трамбовать по всей длине траншеи или ямы. Для достижения наилучшего результата при подборе веса трамбовщика следует ориентироваться на коэффициент в 0,3 тонны машины на каждую тонну доставляемой за час массы.

